



## REMERCIEMENTS

*A mon maître*

*Monsieur le Professeur*

*EL AMINE EL ALAMI MOHAMED NOUR-DINE*

*J'ai eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et j'ai trouvé auprès de vous le conseiller et le guide qui m'a reçu en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.*

*Vos compétences professionnelles incontestables ainsi que vos qualités humaines vous valent l'admiration et le respect de tous.*

*Grâce à vous, j'ai pu apprendre l'art du métier, la bonne manière de me comporter avec les patients et j'ai appris aussi des choses importantes pour mon développement personnel.*

*Je suis très honoré d'avoir ma formation sous votre direction. Je me trouve incapable de vous exprimer ma gratitude pour la grande qualité de l'enseignement que vous m'avez dispensé durant toutes mes années d'étude. Vous êtes et vous serez pour moi l'exemple de rigueur et de droiture dans l'exercice de la profession.*

*Veillez, cher Maître, trouver dans ce modeste travail l'expression de ma haute considération, de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.*

*A tous mes Maitres et Enseignants*

*Pr OUDIDI, Pr RIDAL, Pr BENMANSOUR ,Pr ZAKI Pr KAMAL , Pr  
OUFKIR, Pr OUATASSI*

*Vous avez guidé mes pas et illuminé mon chemin vers le savoir.*

*Vous avez prodigué avec patience et indulgence infinie, vos précieux conseils.*

*Vous étiez toujours disponibles et soucieux de me donner*

*la meilleure formation qui puisse être.*

*Qu'il nous soit permis de vous rendre un grand hommage et de vous formuler ma  
profonde gratitude.*

*Je tiens également à remercier les membres du jury  
qui ont pris de leur temps précieux afin de lire ce travail et de me faire part de  
leurs remarques judicieuses.*

*Je remercie également tous mes collègues résidents et internes du service d'ORL  
pour le travail d'équipe et pour tout ce que nous avons partagé pendant la période de  
notre formation, ainsi que tout le personnel paramédical du service d'ORL aussi bien au  
CHU Hassan II qu'à l'hôpital Omar El Idrissi.*

# PLAN

# L'INTERET DU VIDEO HEAD IMPULSE TEST DANS LA PRISE EN CHARGE DU PATIENT VERTIGINEUX :

---

## Table des matières

INTRODUCTION .....	8
Physiologie du reflexe vestibulo-oculaire .....	11
Le test de curthoys et Hamalgyi .....	24
1. Description : .....	25
2. Interprétation : .....	29
3. Son intérêt : .....	30
4. Ses limites : .....	31
Le vidéo head impulse test .....	33
1. Description du dispositif : .....	34
2. Résultats : .....	37
Le vidéo head impulse test dans notre pratique .....	43
1. Matériels et méthodes : .....	44
2. Les données recueillies : .....	48
3. Quelques illustrations cliniques : .....	56
DISCUSSION .....	87
A. VHIT et épreuve calorique : .....	88
B. L'intérêt oto-neurologique du vHIT en urgence en cas d'un syndrome vestibulaire aigu : .....	89
C. L'intérêt diagnostique du vHIT : .....	97
D. L'intérêt thérapeutique du vHIT : (figure 31) .....	107
CONCLUSION .....	110
BIBLIOGRAPHIE .....	112

# INTRODUCTION

## Introduction :

Le vertige est un motif fréquent de consultation ORL, l'objectif de l'examen clinique chez les patients vertigineux est de prouver ou d'exclure une atteinte vestibulaire périphérique.

L'évaluation de la fonction vestibulaire est difficile en raison de la physiologie complexe de l'équilibre et essentiellement du vertige.

Cependant, l'observation des mouvements oculaires est un bon indicateur de la fonction vestibulaire, en raison de la relation entre la fonction des récepteurs sensoriels vestibulaires dans l'oreille interne et les mouvements oculaires produits par le réflexe vestibulo-oculaire. (RVO)

Le test calorique bithermique, qui a été le pilier de l'évaluation vestibulaire est basée sur le principe du RVO.

Récemment, le spectre des outils de diagnostic a été élargi par l'introduction du vidéo head impulse test (vHIT).

Décrit en 1988 par Curthoys et Halmagyi [1], le Head Impulse Test (HIT) permet l'étude de chaque canal semi-circulaire (CSC). À l'époque, en pratique courante, l'utilisation du HIT était essentiellement qualitative.

En 2005, Ulmer et al. [2] développèrent le Video HIT (vHIT), utilisant une caméra vidéo haute fréquence. Simultanément, d'autres systèmes vidéos émergèrent [3] permettant d'obtenir des valeurs quantitatives du réflexe vestibulo-oculaire (RVO). L'utilisation du vHIT permet l'étude instrumentale du RVO de chacun des six CSC, à des fréquences physiologiques, permettant d'obtenir des résultats distincts de ceux obtenus par les épreuves caloriques.

De ce fait, le vHIT a modifié notre compréhension des déficits vestibulaires

## L'INTERET DU VIDEO HEAD IMPULSE TEST DANS LA PRISE EN CHARGE DU PATIENT VERTIGINEUX :

---

aigus, sans toutefois présumer de l'origine virale ou autre, et permet un bilan lésionnel précis, en urgence, avec une durée de réalisation très courte et sans inconfort.

Cet outil a également révolutionné l'évaluation vestibulaire pédiatrique vu la durée brève du test et l'absence de matériel en contact avec l'enfant le rendant tout à fait adapté à cet usage.

Il existe actuellement une littérature suffisante pour définir les bénéfices de ce nouvel outil et sa place dans la prise en charge du patient vertigineux.

Le but de notre travail est de présenter ce dispositif à travers une étude rétrospective des patients présentant un vertige périphérique ayant bénéficié d'un vHIT ainsi qu'une revue de la littérature portant sur son fonctionnement, ses indications, ses avantages et ses limites.

# Physiologie du reflexe vestibulo-oculaire

## Physiologie du reflexe vestibulo-oculaire :

Dans de nombreuses activités de la vie courante de l'homme comme de la plupart des animaux, le sujet tente soit de stabiliser son regard sur un objet stationnaire alors que lui-même est en mouvement, soit de poursuivre des yeux un objet en mouvement alors que lui-même est immobile.

Deux réflexes contribuent à assurer la stabilité du regard dans ces deux conditions, respectivement le réflexe vestibulo-oculaire (RVO) et le réflexe optocinétique (ROC).

Le RVO a pour but de stabiliser le regard sur un objet d'intérêt de l'espace alors que la tête ou l'ensemble du corps se déplacent.

Il résulte de l'activation par les CSC d'un arc à trois neurones comprenant les afférences vestibulaires primaires, les neurones vestibulaires secondaires et les motoneurones innervant les muscles extra oculaires (figure 1,2,3).

Il consiste à générer des mouvements oculaires compensateurs des déplacements de la tête, lesquels se produisent dans le plan du canal excité et sont idéalement équivalents en vitesse mais de sens opposé à la rotation de la tête. Cette action est effectuée en harmonie avec les mécanismes de poursuite visuelle mais peut être réalisée en son absence d'où son nom de réflexe.

Ces mouvements diminuent le glissement de l'image sur la rétine et stabilise celle-ci sur la fovéa.

C'est un réflexe qui opère en boucle ouverte. Les mouvements oculaires compensateurs ne sont pas régulés par les récepteurs labyrinthiques qui les génèrent.

Il s'agit d'un arc réflexe fonctionnant en push-pull et permettant au système

## L'INTERET DU VIDEO HEAD IMPULSE TEST DANS LA PRISE EN CHARGE DU PATIENT VERTIGINEUX :

---

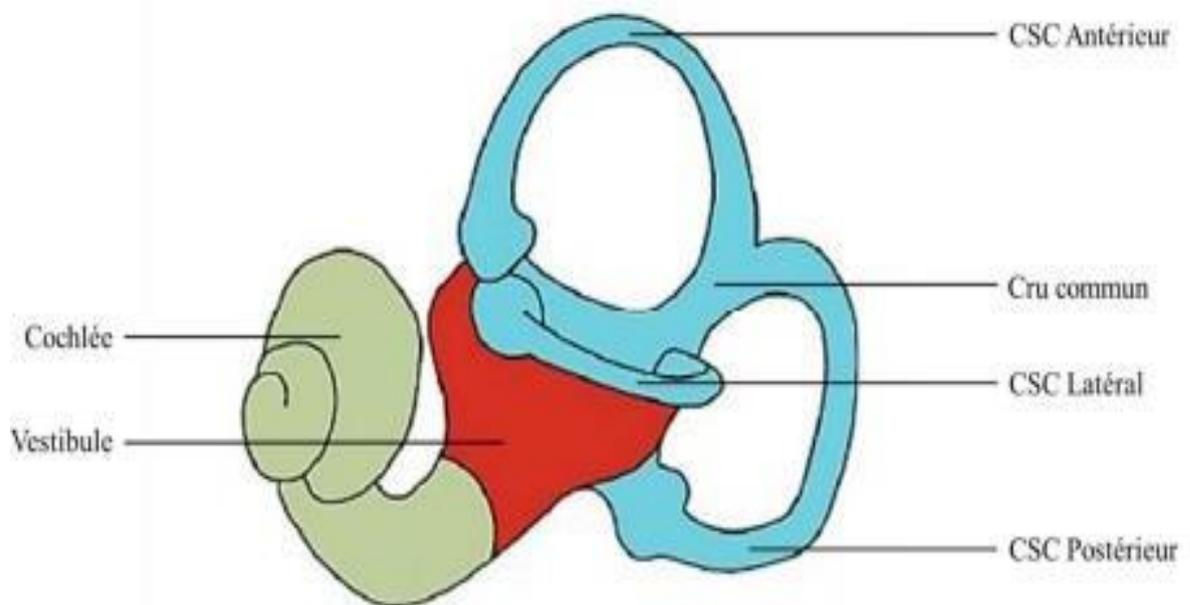
vestibulaire d'agir sur les muscles oculomoteurs par un mécanisme à quatre voies.

Le but de ce système réciproque est d'améliorer la sensibilité. Pour cela le mécanisme est basé sur l'existence d'une activité tonique de repos dans les afférences vestibulaires. Il est possible de coder soit une stimulation en augmentant l'activité de base, soit une inhibition en diminuant l'activité de base.

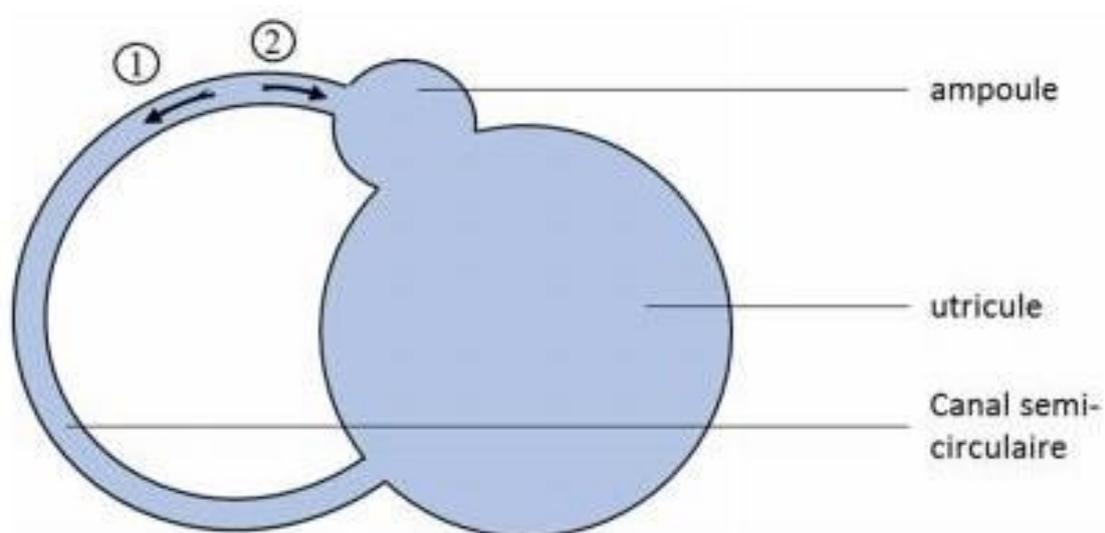
C'est ainsi que chaque récepteur ampullaire active simultanément une voie excitatrice pour les muscles agonistes et une voie inhibitrice pour les muscles antagonistes.

Simultanément, le récepteur couplé hétérolatéral facilite ses propres voies agonistes et désinhibe ses voies antagonistes, et renforce l'action précédente.

Un argument en faveur de ce type de fonctionnement est donné lors d'une stimulation homologue controlatérale. Cette dernière bloque la réponse spécifique.



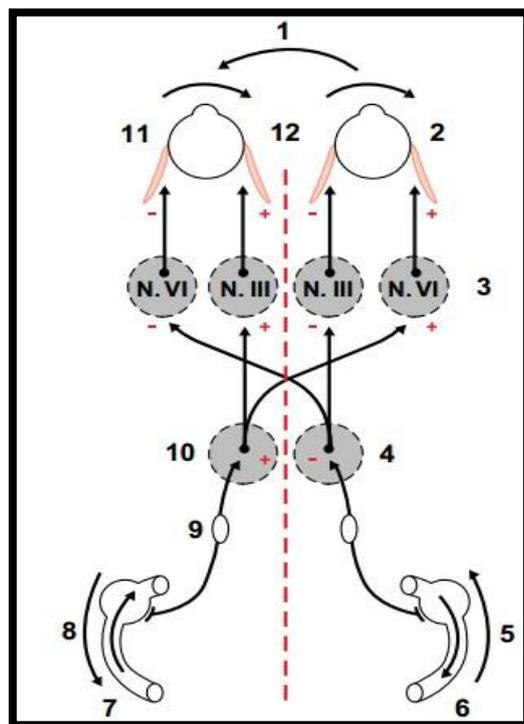
**Figure 1 : Schéma d'un labyrinthe postérieur [57]**



**Figure 2 : Schéma fonctionnel d'un Canal Semi-Circulaire. [57]**

La flèche 1 correspond au sens ampullifuge

La flèche 2 correspond au sens ampullipète



**Figure 3 : Représentation des circuits nerveux sous-jacents le réflexe vestibulo-oculaire. [4]**

Illustration de l'arc tri neuronique simple impliqué dans l'élaboration des réflexes vestibulo-oculaires d'origine canalaire, lors de rotations sinusoïdales de la tête dans le plan horizontal.

Les signes + et - indiquent respectivement une augmentation et une diminution de la décharge des neurones, une contraction et une relaxation des muscles extraoculaires.

a. Rotation ; 2. muscle droit latéral ; 3. noyaux des nerfs crâniens ; 4. Noyaux vestibulaires médian et supérieur gauches ; 5. rotation ; 6. canal semi-circulaire horizontal gauche ; 7. canal semi-circulaire horizontal droit ; 8. rotation ; 9. Ganglion de Scarpa ; 10. noyaux vestibulaires médian et supérieur droits ; 11. muscle droit latéral ; 12. muscles droits médians.

- Modèle du réflexe vestibulo-oculaire issu du canal externe :

Ce modèle de description correspond à la situation où le sujet subit dans l'obscurité une rotation dans le plan des canaux externes.

La tête est immobilisée par rapport au corps pour supprimer les entrées proprioceptives cervicales [4].

- Connexions vestibulo-oculomotrices[5] :

Les neurones vestibulaires primaires (NVP) acheminent les informations d'origine ampullaire au niveau du noyau vestibulaire médian ipsilatéral. Les NVP contactent monosynaptiquement les neurones vestibulaires secondaires (NVS) dont le corps cellulaire se trouve dans le noyau vestibulaire médian. À partir des NVS partent deux liaisons directes monosynaptiques vers les noyaux oculomoteurs. La première liaison se projette sur le noyau du III ipsilatéral par l'intermédiaire du tractus ascendant de Deiters.

La seconde liaison croise la ligne médiane et gagne le noyau du VI controlatéral par le faisceau latéral médian (FLM). Ainsi, dans le cas d'une rotation

de la tête vers la droite, les noyaux oculomoteurs des muscles droit interne droit et droit externe gauche seront activés. Une liaison polysynaptique relie également les NVS aux noyaux oculomoteurs. Cette liaison passerait par la FRPP controlatérale et le NPH

- Aspects neurophysiologiques du réflexe vestibulo-oculaire :

Les cellules sensorielles du canal externe soumises à un flux endolymphatique ampullopète sont dépolarisées (activation).

Dans le canal controlatéral, le phénomène inverse se produit, c'est-à-dire l'hyperpolarisation cellulaire (inhibition). De par les caractéristiques du couple cupule-endolymphatique, une information de vitesse de la tête est transmise au

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

NVP. Ces NVP contactent les NVS sans modification du message (information de vitesse). Cette information chemine ensuite vers les noyaux oculomoteurs à travers la VFC et le tractus ascendant de Deiters. Toutefois, ce réflexe disynaptique vestibulo-oculaire ne contient pas d'information de position. Pour y remédier, une hypothèse est que le NPH soit le lieu d'intégration transformant le signal de vitesse issu des CSC en un signal de position transmis aux noyaux oculomoteurs[6] Les noyaux vestibulaires médians projettent notamment sur le NPH et la FRPP mais la destruction de cette dernière structure n'abolit pas la rampe d'origine vestibulaire. Au final, le signal initial d'accélération est transformé en un signal de position déphasé de 180° adressé aux noyaux oculomoteurs.

Le RVO a un gain de 1 et le mouvement oculaire est parfaitement compensateur de la rotation de la tête. Le gain est défini par le rapport entre la vitesse de l'œil et la vitesse de la tête. Ce réflexe élaboré dans un système fonctionnant en push-pull présente une grande sensibilité. Celle-ci est encore accrue par les patterns de réponses des neurones vestibulaires centraux lors de stimulations rotatoires citées précédemment.

Ces neurones sont interconnectés dans le NVM lui même et entre les NVM par l'intermédiaire des fibres commissurales. Ces interconnexions créent un réseau neuronal probablement à la base du phénomène de stockage de vitesse. Cette modification de décharge des neurones vestibulaires en fonction du stimulus rotatoire permet d'allonger la constante de temps du CSC.

En effet, ces neurones reviennent à leur fréquence de repos en 15 secondes, alors que celle de la cupule ou du protoneurone est atteinte en 5 secondes. Ce mécanisme est responsable du nystagmus post-rotatoire. Sa mise en fonction dépend des entrées vestibulaires. En cas de neurotomie vestibulaire, la constante de temps diminue.

Au total, le RVO est un système de compensation très sensible, très rapide, avec une latence de 15 à 18 ms et dont les limites inférieures d'activation sont celles des CSC.

- Caractéristiques dynamiques du réflexe vestibulo-oculaire :

- Fréquence :

Il est acquis que les caractéristiques du RVO (phase et gain) sont fonction à la fois des paramètres liés à la stimulation (vitesse, accélération, direction) et de variables dépendant du sujet (espèce, niveau de vigilance, tâche mentale).

Lors de stimulations rotatoires dans le plan horizontal, à l'obscurité, les mouvements oculaires sont quasiment compensatoires, dans une gamme étendue de fréquence. Le gain du RVO est proche de l'unité avec un niveau de vigilance élevé et il chute lorsque l'état de vigilance baisse. Les propriétés dynamiques du RVO paraissent moins adaptées dans la gamme des basses fréquences.

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

Chez le chat, le gain du RVO est plus faible à 0,025 Hz qu'à 1 Hz, et une avance de phase de l'ordre de 30 à 40° est présente lors de rotations à vitesse lente. Dans la pratique clinique, la fréquence de rotation du fauteuil lors d'une épreuve pendulaire amortie est de 0,05 Hz pour une amplitude maximale de 180°. [7]

- Lors des épreuves rotatoires multifréquentielles, le gain du RVO peut être déterminé pour des fréquences allant de 0,01 à 10 Hz. [8]
- En définitive, le RVO canalaire semble parfaitement adapté pour produire des mouvements compensatoires oculaires dans la gamme des mouvements naturels de la tête (0,1 à 4 Hz). Dans la gamme des basses fréquences de stimulation, d'autres informations sensorielles telles que les données visuelles contribuent à l'amélioration des propriétés du RVO, et notamment à un meilleur ajustement du gain. Toutefois, le gain du RVO chez l'homme est très variable et dépend de l'activité mentale du sujet.

Melvill Jones et al [9], en 1984, ont montré, lors de rotations sinusoidales à 0,3 Hz à l'obscurité que le gain du RVO est en moyenne de 0,65 chez le sujet effectuant un calcul mental, de 0,95 s'il fixe son attention sur une cible imaginaire stationnaire dans l'espace et chute à 0,35 s'il imagine une cible mobile, solidaire de son propre déplacement. Le niveau de vigilance et la représentation mentale influencent considérablement les caractéristiques dynamiques de ce réflexe. Aussi, le clinicien doit-il être particulièrement vigilant dans les consignes données au sujet soumis à une épreuve rotatoire.

- Amplitude de la rotation :

Au-delà d'une certaine amplitude de rotation, une phase rapide succède à la phase lente et bat dans le sens de rotation de la tête. Elle réoriente l'œil dans l'orbite. Ces deux phases constituent le nystagmus vestibulaire. Le système

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

d'élaboration de la phase rapide du nystagmus est commun avec les saccades oculaires, volontaires ou non. Les structures mises en jeu ont déjà été présentées. La position de l'œil dans l'orbite pourrait être le signal déclenchant. Toutefois, il semble que le colliculus supérieur code en permanence l'erreur de fixation de la cible et soit ainsi la structure « gâchette » de la saccade[10].

- Adaptation du gain du réflexe vestibulo-oculaire :

Le RVO permet une excellente stabilisation du regard dans l'espace pour une très large variété de mouvements de la tête ou de l'ensemble du corps. Son efficacité en termes de rapidité de réponse est en très grande partie due au fait qu'il fonctionne en « boucle ouverte ».

En revanche, ces systèmes en « boucle ouverte » n'ont pas une très grande stabilité et perdent rapidement leur calibration.

Or, chez l'homme, comme chez la plupart des vertébrés, le RVO est capable de prendre en compte la différence entre la vitesse de la tête et celle des yeux, et de maintenir sa performance par un ajustement automatique. Si la vitesse angulaire de contre-rotation des yeux n'est pas égale à celle de la tête, l'image de l'objet fixé se déplace sur la rétine (« erreur rétinienne »).

Ce déplacement est exploité par le SNC pour modifier le fonctionnement de certains éléments spécialisés du réflexe, appelés éléments plastiques, et recalibrer le réflexe.

L'arc vestibulaire à trois neurones n'est pas suffisant pour permettre un tel ajustement. D'autres circuits assurent le bouclage rétroactif qui fournit les informations sur la vitesse de l'œil, permettant ainsi de pallier les erreurs de vitesse de l'œil par rapport à la cible à fixer. On ne sait pas encore avec certitude comment le système nerveux est informé de la vitesse de l'œil dans son orbite.

Deux sources d'informations sont exploitables : le système nerveux peut soit « lire » l'activité motrice des muscles impliqués dans le mouvement oculaire (copie efférente), soit mesurer le mouvement oculaire en analysant la décharge des récepteurs dits proprioceptifs. Ceux-ci, placés dans les muscles extraoculaires, informent le système nerveux sur la longueur instantanée et les changements de longueur des muscles.[11]

Il semble que ces différentes informations convergent vers une structure commune. Celle-ci serait le flocculus cérébelleux.

À ce niveau, les informations d'erreur rétinienne et de copie efférente ou de proprioception interagiraient et le flocculus élaborerait une réponse permettant une modulation dynamique du gain du RVO [12].

- Adaptation et habituation :

L'adaptation représente la diminution de la réponse à un stimulus prolongé. L'habituation correspond à la diminution de la réponse à un stimulus inhabituel répété. La compensation concerne des situations pathologiques. Au cours de la somnolence, si un sujet normal est soumis à une accélération de basse fréquence dans le noir pendant une durée assez longue, on voit progressivement diminuer le gain du réflexe et apparaître une avance de phase de l'œil par rapport à la tête.

C'est la raison pour laquelle, dans les tests cliniques, il convient de demander au sujet d'effectuer un calcul mental pour le maintenir correctement éveillé. En cas de répétition de stimulation, les effets sont analogues. Ceci explique comment les pilotes de chasse, les danseurs de ballet peuvent supporter des stimulations vestibulaires importantes. À l'inverse, la prise d'amphétamines peut faire disparaître cette habituation.

Au total :

La stabilisation d'une image sur la rétine dépend de l'activité des systèmes vestibulaire et visuel. Cette double afférence est dépendante de la fréquence d'oscillation de la tête : à basses fréquences ( $< 0,1$  Hz) le système visuel est prédominant ; aux fréquences moyennes, les systèmes vestibulaire et visuel interagissent conjointement pour stabiliser le regard ; à hautes fréquences (1–5 Hz), seul le système vestibulaire entre en action.

Lorsque la tête tourne rapidement dans le plan horizontal, les deux canaux semi-circulaires horizontaux vont signaler, au niveau du tronc cérébral, à quelle vitesse se fait le mouvement céphalique. Durant ce mouvement, le canal horizontal homolatéral à la rotation donne l'information principale excitatrice via les fibres nerveuses vestibulaires, à laquelle s'additionne une information plus faible, inhibitrice, provenant du canal controlatéral.

En réponse, le système oculomoteur va induire un mouvement des yeux égal en amplitude mais de direction opposée au mouvement de la tête. Ce réflexe, appelé réflexe vestibulo-oculaire (RVO), permet la stabilisation de l'image sur la rétine lors des mouvements rapides de la tête et est testé lors du Head Impulse Test (HIT) ou test de Halmagyi.

# Le test de curthoys et Hamalgyi

## Le test de curthoys et Hamalgyi :

Décrit dans son principe dès 1988 [1], puis généralisé aux canaux verticaux [3], le Head Impulse test (HIT) a aujourd'hui pour objectif de tester le fonctionnement de chacun des canaux semi-circulaires, un par un, et à des fréquences de stimulation de l'ordre de 5 Hz, c'est-à-dire correspondant à des mouvements brusques mais physiologiques de la tête.

### a. Description :

Le sujet est assis tête droite. Il est instruit de fixer un repère quelconque, qui peut être la pointe du nez de l'opérateur. Ce dernier, assis en face du patient, lui tient la tête à deux mains. A des instants et dans des sens imprévisibles, l'opérateur va imprimer à la tête du patient des mouvements brusques qui ont, comme caractères communs :(figure4)

- i. d'avoir une amplitude relativement faible, de l'ordre de 30 degrés,
- ii. d'avoir une vitesse  $> 200^\circ/\text{seconde}$ ,
- iii. d'avoir une durée inférieure à un dixième de seconde.

Ces mouvements se font dans le plan des canaux parternaires, c'est-à-dire que l'on distingue six types de mouvements correspondant à chacun des six canaux semi-circulaires (fig. 5):

La stimulation des canaux latéraux s'effectue dans un plan légèrement incliné  $30^\circ$  en dessous de l'horizontale équivalent à un « NON » de la tête.

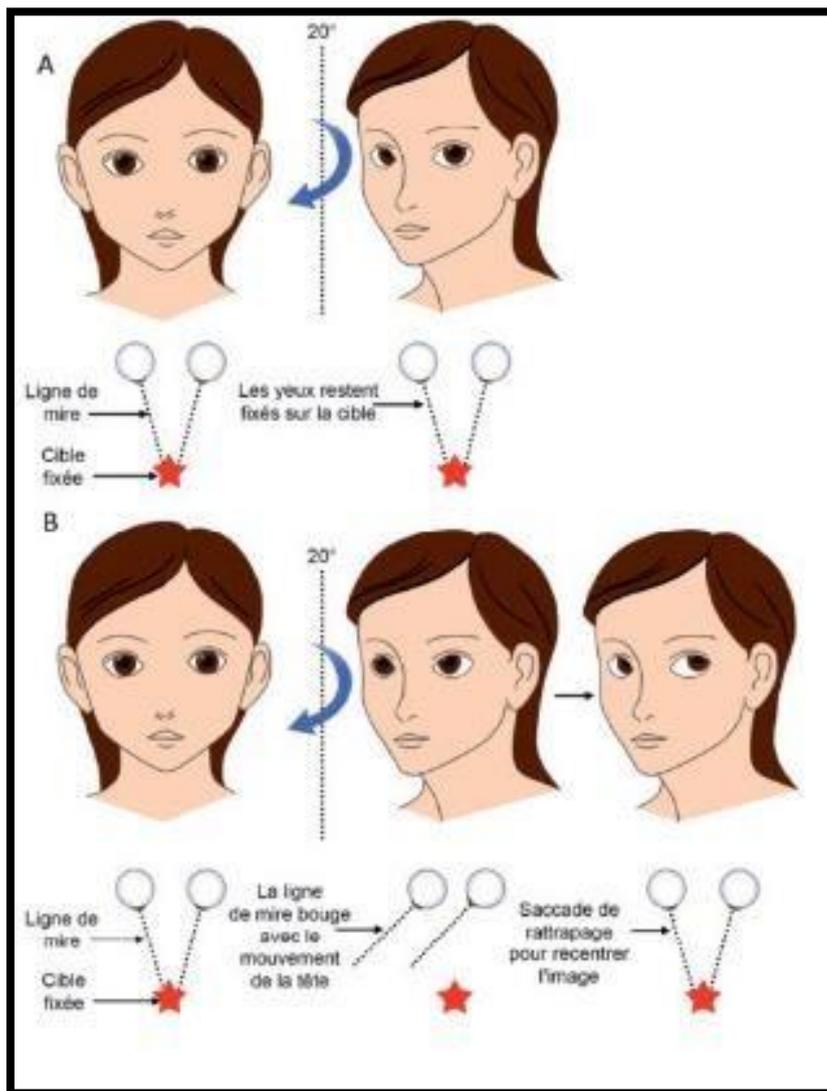
- iv. mouvement horizontal vers la droite, teste le canal latéral droit;
- v. mouvement horizontal vers la gauche, teste le canal latéral gauche ;

La stimulation des canaux verticaux s'effectue par un signe de « OUI » de la tête, selon un axe qui s'éloigne de  $45^\circ$  de la position médiane: vers la droite pour le

canal postérieur droit et antérieur gauche (plan LARP: Left anterior right posterior)

- vi. tête tournée de 45° à droite, impulsion en avant dans le plan sagittal, teste le canal supérieur gauche ;
- vii. tête tournée de 45° à droite, impulsion en arrière dans le plan sagittal, teste le canal postérieur droit ;
- viii. Et vers la gauche pour le canal postérieur gauche et antérieur droit (plan RALP right anterior left posterior).
- ix. tête tournée de 45° à gauche, impulsion en avant dans le plan sagittal, teste le canal supérieur droit ;
- x. tête tournée de 45° à gauche, impulsion en arrière dans le plan sagittal, teste le canal postérieur gauche.

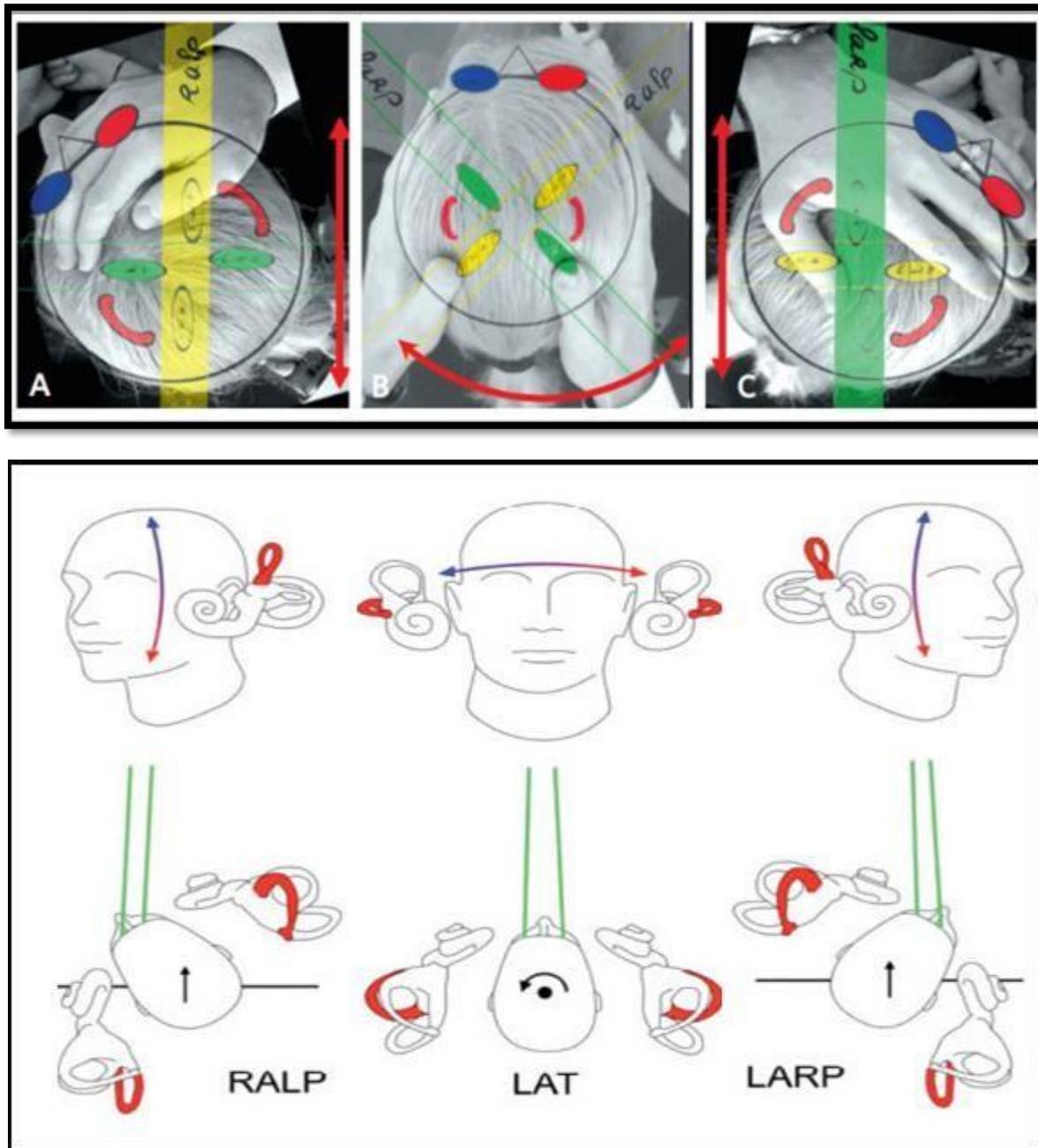
L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



**Figure4 : [10]**

- A. Situation physiologique : le RVO est fonctionnel des deux côtés et permet de maintenir le regard fixe sur la cible visuelle lors du mouvement de la tête.
- B. Déficit canalaire latéral droit : lorsque la patiente tourne la tête à droite, elle perd la cible du regard et effectue une saccade de recentrage à la fin du mouvement (signe de Halmagyi).

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



**Figure 5 :** [10]

Tête vue de dessus,

A. Test du plan RALP. B Test du plan latéral. C. Test du plan latéral

En vert les CSC du LARP/en jaune les CSC du plan RALP/en rouge, CSC latéraux flèche rouge indiquant le sens de rotation.

**b. Interprétation :**

Grâce à la vitesse de rotation de la tête, qui est supérieure à 200 degrés par seconde, le réflexe optocinétique n'intervient pas dans le déclenchement du mouvement des yeux.

Autrement dit, bien que le test se déroule en présence d'un décor visible, le sujet réagit comme s'il était dans l'obscurité totale. Dans ces conditions, seul le canal semi-circulaire stimulé est capable de maintenir le regard dans la direction de la cible.

Grâce à la faible durée de la rotation, qui est inférieure à 100 millisecondes, ce qui correspond à une fréquence de stimulation d'environ 5 Hz, les cellules phasiques du sommet des crêtes ampullaires sont stimulées. Or ces dernières ne réagissent que dans le sens exciteur.

Des deux canaux situés dans le plan de stimulation, un seul est par conséquent impliqué dans la réponse : celui qui est tourné dans le sens exciteur.

Enfin les cellules phasiques du canal stimulé commandent les motoneurones du globe oculaire à partir d'un réflexe à seulement trois neurones. Or ces trois neurones ont des temps de conduction rapides et des trajets courts : dans ces conditions la latence du réflexe est particulièrement courte, de l'ordre de 16 millisecondes, c'est-à-dire que cette latence apparaît pratiquement nulle à l'observation directe.

Ceci étant compris, deux situations se rencontrent selon l'état fonctionnel du canal stimulé.

- Le canal est fonctionnel :

Grâce aux informations dictées par le canal excité, le sujet ne quitte pas la cible des yeux : la direction du regard se maintient constante. Du fait de la très

faible latence du réflexe vestibulo-oculaire, le synchronisme des mouvements de la tête et des yeux semble parfait. Ce synchronisme signe la négativité du test, c'est-à-dire la normalité du canal vis-à-vis des conditions fréquentielles de ce test, c'est-à-dire les mouvements rapides de la tête impliquant les cellules phasiques.

- Le canal est déficitaire :

Ni l'information visuelle, ni le labyrinthe n'interviennent pour maintenir le regard vers la cible. Le sujet quitte donc la cible des yeux et, comme il est instruit de ne pas le faire, il y revient volontairement au prix d'une latence: le praticien observe alors cette saccade de refixation qui, du fait de sa latence supérieure à 100 millisecondes, présente un asynchronisme par rapport au mouvement de tête. Cet asynchronisme signe la positivité du test, c'est-à-dire la défaillance du canal vis-à-vis des hautes fréquences.

### c. Son intérêt :

Le test est simple, physiologique, rapide, complet.

Test simple à réaliser

L'amplitude du mouvement de la tête n'a pas besoin d'être grande : vingt à trente degrés suffisent. Le test est dès lors très bien supporté y compris par des sujets âgés et arthrosiques. De plus, dans sa forme princeps, le test ne nécessite aucun matériel particulier.

Test physiologique

Le mouvement de la tête imposé par le praticien correspond en durée et en vitesse à des mouvements régulièrement effectués de façon active par le patient dans sa vie de tous les jours. Autrement dit, et en ceci il est à l'opposé des épreuves caloriques, ce test haute fréquence présente l'incontournable avantage d'explorer le fonctionnement labyrinthique dans la gamme des fréquences physiologiques.

### Test rapide

La stimulation proprement dite dure moins d'une demiseconde. Par conséquent, même en répétant plusieurs stimulations pour chaque canal, la durée totale du test ne dépasse pas une ou deux minutes. Ceci est à comparer à la demi-heure nécessaire aux épreuves caloriques pour tester les seuls canaux latéraux.

Test complet grâce à l'exploration individuelle de chacun des canaux :

La stimulation s'opère dans le plan d'un couple de canaux semi-circulaire :

- soit les deux latéraux, qui sont coplanaires,
- soit le supérieur d'un côté et le postérieur controlatéral, qui sont dans des plans parallèles.

La stimulation à haute fréquence active les cellules phasiques du sommet des crêtes ampullaires. Or ces dernières n'ont pas de fréquence de décharge au repos, de sorte que la stimulation dans le sens inhibiteur est sans effet. Par conséquent, des deux canaux qui se trouvent dans le plan de stimulation, seul l'un des deux est stimulé et donc observé au travers des mouvements oculaires.

### d. Ses limites :

#### i. Difficulté d'interprétation :

L'un des avantages du test, sa brièveté, est à l'origine de la principale difficulté d'interprétation. En effet, comme nous l'avons vu plus haut, le mouvement oculaire est très rapide, et en cas d'asynchronisme, le retard est souvent si court qu'il fait douter de sa réalité.

Par ailleurs l'observation peut être perturbée par des occlusions palpébrales réflexes. Enfin, si le test est relativement accessible pour les canaux latéraux, le mouvement oculaire induit par la stimulation des canaux verticaux n'est pratiquement jamais concluant. C'est la raison pour laquelle Magnusson [13] avait

déjà proposé l'utilisation du masque de vidéonystagmoscopie. L'observateur est alors placé derrière le patient équipé du masque, et l'observation est sensibilisée par le facteur d'agrandissement de l'image oculaire.

ii. Test purement qualitatif

L'interprétation du test est de type binaire :

1. il existe un asynchronisme œil/tête flagrant : le test est positif, le canal testé est défaillant vis-à-vis des hautes fréquences ;
2. les mouvements des yeux et de la tête sont ou paraissent synchrones : le test est négatif, le canal testé est, ou semble, fonctionnel au regard des hautes fréquences de stimulation.

iii. Test limité à l'étude des hautes fréquences :

La normalité du test n'implique pas la normalité du vestibule. En effet, ne s'adressant qu'aux seules cellules phasiques adaptées aux hautes fréquences [14-15], le Head Impulse Test n'explore pas les cellules toniques adaptées aux moyennes et basses fréquences : l'épreuve calorique reste, en tant qu'épreuve complémentaire, incontournable.

# Le vidéo head impulse test

## Le vidéo head impulse test :

Le dispositif d'enregistrement scopique et graphique du HIT de Curthoys et Hamalgyi :

Pour les raisons énoncées plus haut, et en particulier la difficulté d'interprétation qui freine la diffusion de ce test depuis plus de seize ans, il est apparu indispensable:

- D'abord d'imaginer un système, le « HIT scope », qui permette de visualiser, en les décomposant, les mouvements oculaires à la fois de la tête et des yeux ;
- Ensuite de doter le praticien d'un résultat graphique de ces mouvements, en vue d'une quantification (« HIT graphe »).

### 1. Description du dispositif :

- Le matériel :(figure 6,7,8)

Le matériel se compose d'une caméra CCD noir et blanc standard PAL à 50 Hz à haute résolution et haute sensibilité à la lumière. Cette caméra, fixée sur un trépied à la hauteur des yeux du patient, est dotée d'un téléobjectif permettant, à une distance d'environ un mètre, d'obtenir une image bien cadrée de la tête du patient.

L'éclairage de celle-ci est obtenu grâce à une matrice de diodes infrarouge à haut rendement. Le signal vidéo issu de la caméra est dirigé, via un convertisseur, vers le système informatique qui assure l'analyse automatique de l'image et le traitement du signal correspondant.

A partir des données enregistrées par le système, et déduites de l'analyse automatique des multiples contours présents dans l'image de la tête, l'ordinateur

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

est capable de restituer sur l'écran, en temps réel :

- le film continu des mouvements de la tête et des yeux, dont plusieurs images statiques peuvent être automatiquement extraites à des instants opportuns;
- le graphique en temps réel des évolutions de la position de la tête et de l'orientation du regard de l'œil droit et de l'œil gauche. Attention, il s'agit bien de l'orientation du regard, ce qui veut dire qu'on affiche les variations de direction de l'axe du regard par rapport au décor, et non pas l'excentration de l'œil par rapport à l'orbite.



Figure 6 :

Vhit Ulmer en application, mouvement physiologique aucun capteur sur le patient.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

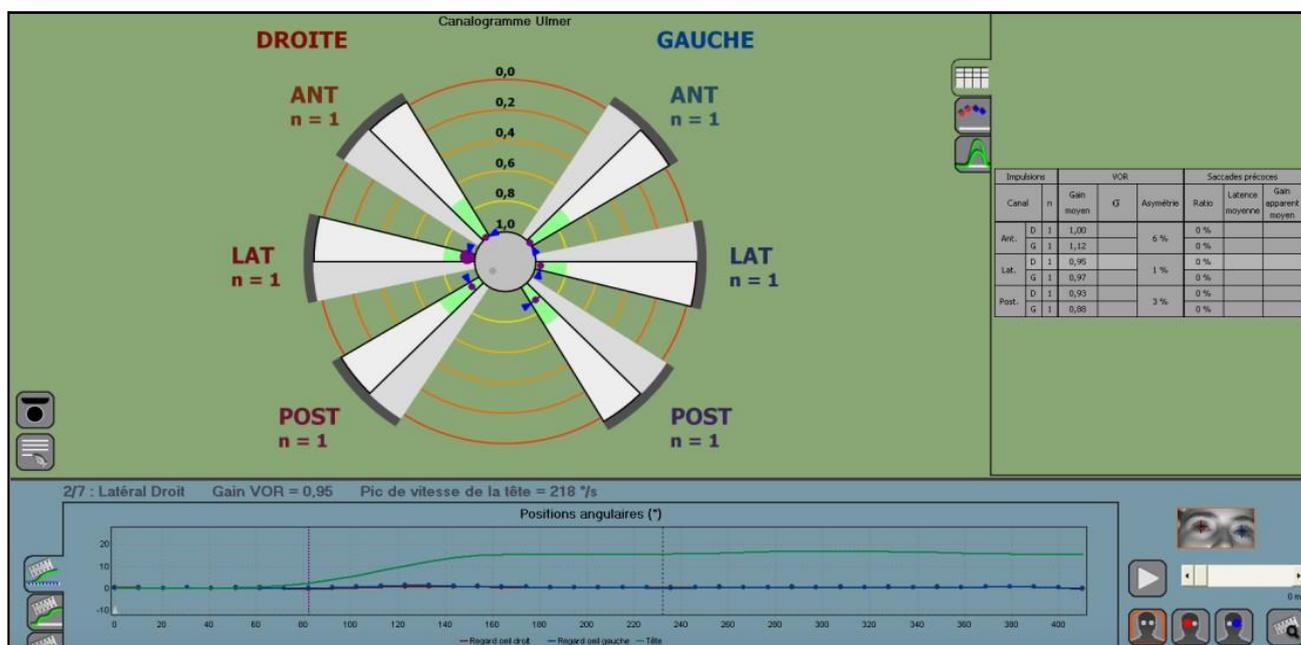


Figure7 : Canalogramme d'ulmer.



**Figure 8 : Exemples de lunettes de vHIT**

Deux modèles de lunettes de vHIT de marque EyeSeeCam® (en haut) et Otometrics® (en bas) intégrant la caméra haute vitesse et le gyroscope.

- Le déroulement du test

Le malade, assis tête droite, est instruit de fixer continuellement l'objectif de la caméra. L'opérateur, debout derrière son patient, va de façon imprévisible imprimer les mouvements de tête décrits plus haut et conformes au protocole du HIT de Curthoys et Halmagyi.

- L'opérateur observe en temps réel à la fois le film des évolutions de la tête et des yeux, ainsi que les graphiques correspondants, qui peuvent être imprimés.

Si le logiciel constate que la vitesse de rotation de la tête dépasse le seuil de  $200^\circ$ /seconde, alors l'ordinateur émet un bip de validation, et les images qui correspondent au début du mouvement céphalique, et 40 millisecondes après ce début, sont affichées. Ceci permet :

- d'une part de constater que les yeux sont toujours bien ouverts en cours de rotation, de façon à valider l'observation ;
- d'autre part de connaître la direction du regard sachant que, 40 millisecondes après le début de la rotation de la tête, la direction du regard ne peut rester dans la direction de la cible que grâce à l'intervention du réflexe vestibulo-oculaire, donc du canal semi-circulaire testé.

## 2. **Les résultats** : (figure 10,11)

Les résultats en vidéoscopie (HIT scope)

Le résultat en vidéoscopie consiste à analyser la direction du regard dans l'image automatiquement captée 40 millisecondes après le début du mouvement de la tête. Deux situations sont possibles :

- la direction du regard n'a pas changé, le patient fixe toujours l'objectif de la caméra : cela n'est possible que grâce à l'intervention du canal semi-

circulaire testé, le test est négatif ;

- la direction du regard a changé, elle est à présent dirigée dans le sens du mouvement de la tête: le patient a perdu sa cible, le test est positif.

Tout le long de l'impulse, l'œil effectue en fait en temps réel, un mouvement de sens contraire permettant de calculer le gain de ce réflexe, c'est-à-dire le rapport entre mouvement de l'œil par rapport à celui de la tête.

Cette donnée, mesurée par le système, est une valeur propre au canal indépendante du RVO du canal antagoniste, car le mouvement de la tête est effectué à trop grande vitesse et l'effet de l'inhibition du canal antagoniste est négligeable, ce qui n'est pas le cas des autres stimulations cinétiques (fauteuil, etc.). À la fin de l'impulse, la saccade éventuelle de rappel est filmée et analysée, ce qui permet d'affirmer totalement sa présence mais aussi et surtout ses caractéristiques.

L'analyse vidéo permet de montrer les saccades de rappel tardives (covert saccades) normalement visibles à l'œil nu et survenant durant les 300 ms après la fin de l'impulse, mais aussi de révéler l'existence d'un autre type de saccade dite précoce (overt saccades) survenant durant l'impulse.

Ces saccades, totalement invisibles à l'œil nu, sont à l'origine de faux négatif du test HIT. L'enregistrement vidéo du HIT a donc permis d'affiner la détection des déficits du RVO. La nature, l'origine et la valeur exacte en termes de compensation pour un RVO défaillant de ces saccades restent à déterminer avec précision, mais elles semblent jouer un rôle essentiel pour le confort des patients vestibulo-lésés.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

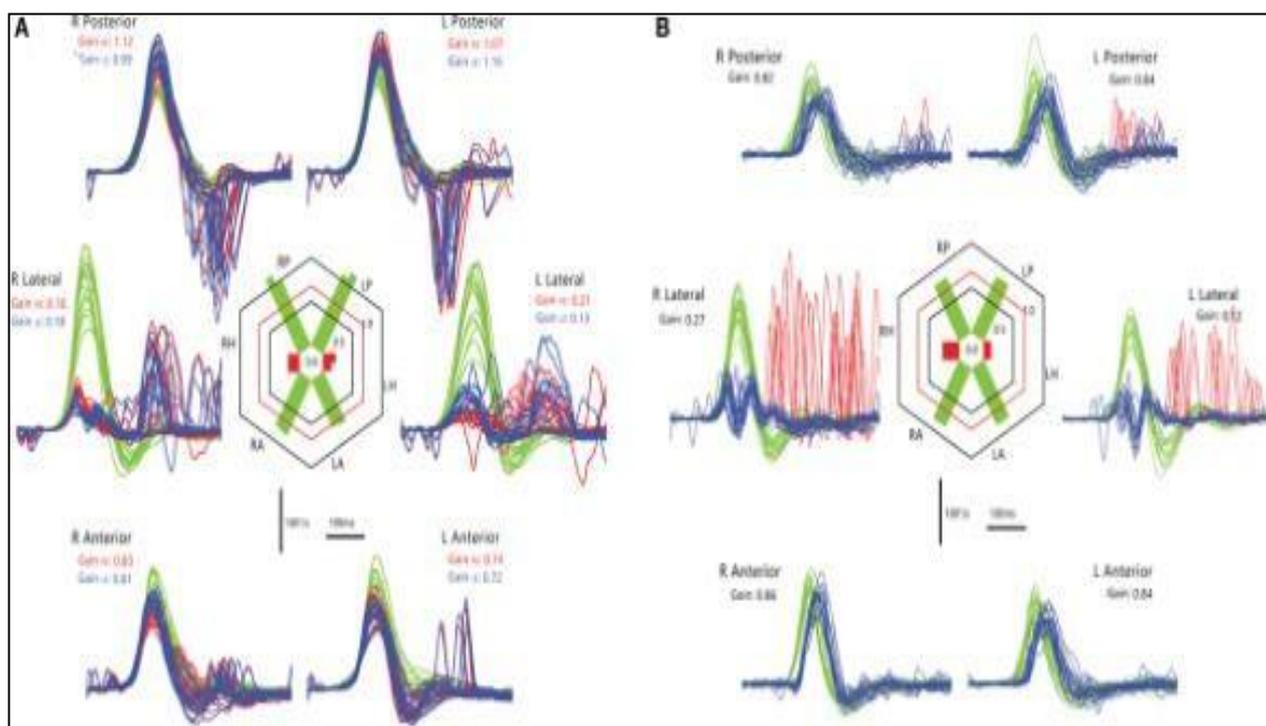


Figure 9 : Graphique d'otométrics

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

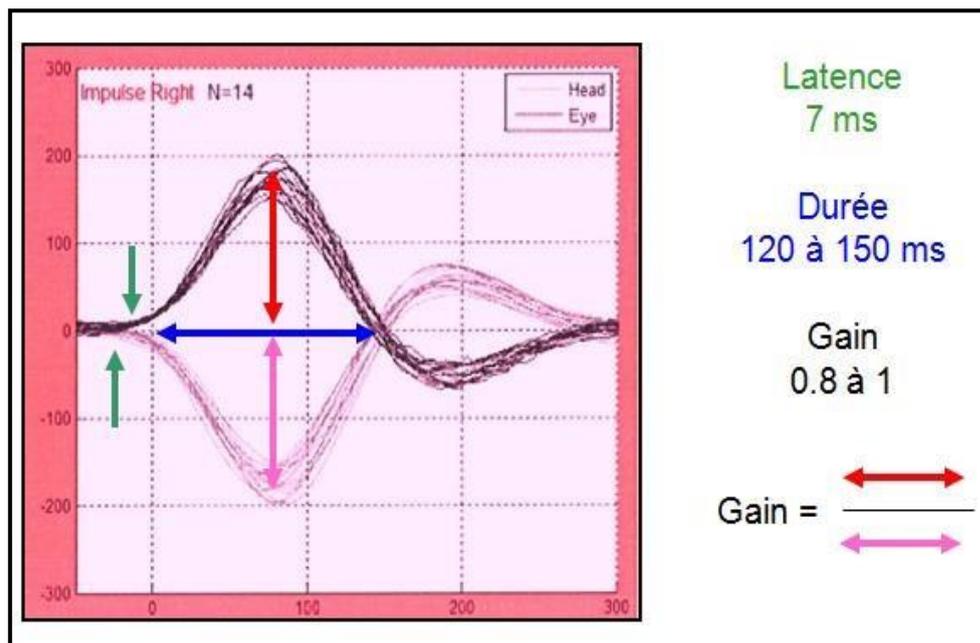


Figure 10 : Graphique normale du réflexe vestibulo-oculaire

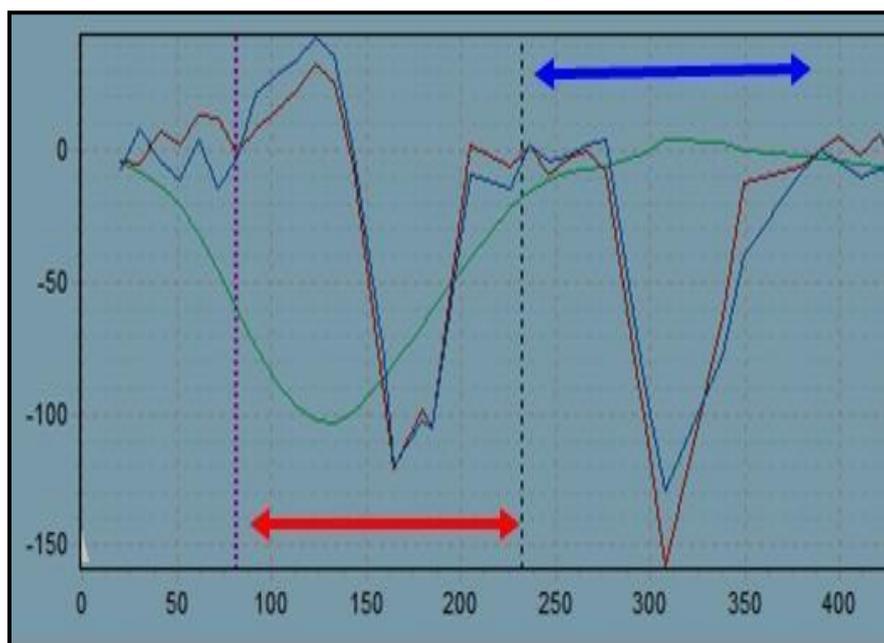


Figure 11 : L'analyse vidéo permet de montrer les saccades de rappel tardives (covert saccades), normalement visibles à l'œil nu et survenant durant les 300 ms après la fin de l'impulse, mais aussi de révéler l'existence d'un autre type de saccade dite précoce (overt saccades) survenant durant l'impulse.

# Le vidéo head impulse test dans notre pratique

## Le vidéo head impulse test dans notre pratique :

### 1. Matériels et méthodes :

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée au service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale du CHU Hassan II Fès, entre l'année 2016 et 2020.

- Les critères d'inclusion :

On a inclus 30 patients ayant bénéficié du vhit dans le cadre d'exploration de pathologie vestibulaire périphérique en complément avec une VNG.

- Les critères d'exclusion :

On a exclu les patients avec une pathologie du rachis, anomalie de la vision, conduisant à une incapacité à fixer l'œil.

Les patients qui présentent un vertige positionnel démontré par la manœuvre de dix Hallpike sont aussi exclus.

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

### a. Déroulement du test :

Le patient est reçu au bureau par l'examineur pour un entretien au préalable d'environ 5min qui comprend : l'explication du déroulement de la VNG et du vHIT, un recueil des coordonnées basé sur un interrogatoire complet afin de vérifier les critères d'inclusion et d'exclusion et enfin un examen clinique vestibulaire, otologique et neurologique complet avant de passer à la réalisation de la VNG et du Vhit.

Lors de l'interrogatoire sont demandés :

- Les antécédents connus de vertige, d'acouphène, ainsi que les instabilités à la position debout et à la marche.
- Les antécédents généraux, notamment les migraines, les antécédents cardiaques...
- Les antécédents chirurgicaux, notamment de la sphère ORL.
- Les traitements en cours ;
- Le port d'un appareillage auditif ou d'un appareillage visuel
- Examen vestibulaire :
  - L'épreuve de Romberg:
  - L'épreuve des index:
  - Test de la marche aveugle :
  - Test de Fukuda:
  - Recherche du nystagmus:
- Examen neurologique : de toutes les paires crâniennes.
- Examen otologique afin de vérifier l'intégrité des tympanes avant la réalisation

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

### des caloriques

Le patient est ensuite accompagné dans la salle où se déroulent les examens paracliniques.

- La vidéonystagmographie numérique de type Ulmer :

Cet instrument permet d'obtenir en temps réel l'enregistrement des mouvements oculaires horizontaux et verticaux et, grâce à un processus d'analyse automatique d'image, d'analyser avec précision les mouvements oculaires en dehors de toute sollicitation visuelle. On cherche alors un nystagmus lors de la réalisation :

- Mouvements saccadiques:
- Mouvements de poursuite oculaire :
- Nystagmus optocinétique:
- Head shaking test:
- Test vibratoire :
- Epreuve rotatoire :
- Test calorique :

- Le déroulement du vHIT :

L'enregistrement des mouvements oculaires a été obtenu grâce à une caméra infrarouge captant à une fréquence de 100Hz.

Les données sont traitées par le logiciel vHIT Evolution de Synapsys (1ère génération), installé sur un ordinateur dédié. L'interface utilisateur du logiciel est constituée d'une fenêtre découpée en trois parties distinctes : un bandeau latéral avec toutes les options de réglage et de sélection, la partie supérieure, le canalogramme, qui permet la visualisation des gains du RVO pour chaque CSC ; ce

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

qui fait la différence avec un vHit Synapsis (2eme génération) ou il existe une partie inférieure gauche qui donne les tracés de position des yeux, de la tête pour chaque impulsion et la partie inférieure droite, ou l'on peut voir en temps réel les yeux du patients ou revoir les vidéos de chaque impulsion.

Le patient s'assied sur un tabouret à dossier en face d'une caméra placée à 90cm du fauteuil. Le mur blanc auquel fait face le patient est situé à 1 m. L'examineur se place derrière le patient et règle la hauteur du tabouret pour placer la tête du sujet à peu

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

près en face de la caméra.

Le cas échéant, les lunettes du patient lui sont enlevées, le reflet de la lumière sur celles-ci perturbant fortement la détection oculaire par le logiciel.

L'examineur demande au sujet de se tenir immobile et de fixer la cible, qui est alors constituée d'une série de 3 pastilles alignées à la verticale sur le mur qui lui fait face. Les réglages de la caméra sont de nouveau effectués. Une fois ceux-ci terminés, l'examineur passe en mode acquisition, place ses mains fermement de part et d'autre de la tête du patient.

Consigne est donnée au sujet de toujours garder ses yeux fixés sur la pastille centrale de la cible. Il effectue alors une série d'au moins 10 impulsions, aléatoirement de droite et de gauche.

## 2. Les données recueillies :

### a. L'âge et le sexe :

L'échantillon de population étudié est donc constitué de 30 personnes comprenant 15 femmes et 10 hommes. Les âges sont compris entre 18 et 71 ans, l'âge moyen est de 37 ans.

### b. Clinique :

#### ➤ Interrogatoire :

- Les différents types de vertiges :

La plupart des patients ont consulté pour pour une crise de vertige

---

Rotatoire (40%), d'intensité variable sans facteur déclenchant (88,23%) ou provoqué par un mouvement brusque (16,6%) de la tête ou une instabilité posturale (60%).

- Les signes associés :

Les vertiges étaient associés dans la majorité (25 cas) des cas et isolés dans seulement (5 cas).

Les signes associés étaient variés. Les signes otologiques prédominent quel que soit l'âge du patient (hypoacousie, acouphènes, otorrhée). Suivent ensuite les signes neurovégétatifs (nausées et vomissements; sueurs...).

- Les antécédents des patients :

Pour 20 patients, nous n'avons pas trouvés des antécédents particuliers. Chez les autres nous avons trouvés que les antécédents traumatiques (traumatisme crânien) et neurologiques (migraine) dominent les autres antécédents notamment cardiovasculaires et otologiques.

c. L'examen clinique :

➤ L'examen ORL :

L'examen ORL est le plus souvent normal. Il était sans particularités chez 25 patients (83%). Dans 5 cas (17%) il y avait soit une surdité de transmission ou de perception, et un seul cas ou on a trouvé un polype inflammatoire comblant les 2 conduits auditifs externes en rapport avec un cholestéatome.

➤ L'examen neurologique :

L'examen neurologique était sans particularités chez 30 patients.

➤ L'examen vestibulaire :

- L'examen vestibulaire a été normal chez 11 patients (36,6%).
- Un déficit vestibulaire unilatéral harmonieux a été noté chez 13 patients (43,3), avec :
  - Nystagmus horizonto-rotatoire spontané battant du côté droit dans 08 cas et du côté gauche dans 05 cas.
  - Déviation des index, indiquant le côté atteint,
  - Romberg positif,
  - Ataxie vestibulaire à la marche.
  - Une instabilité multidirectionnelle a été notée chez 2 patients (8%).

d. L'examen paraclinique :

➤ Audiogramme :

L'audiogramme a été réalisé chez tous les patients. Il était normal chez 19 patients soit 63,3% des cas.

L'audiogramme a révélé une surdité chez 11 patients (36,6%). Il s'agit d'une surdité de perception profonde dans 1 seul cas (ototoxicité médicamenteuse), une surdité de transmission légère dans 2 cas (névrite vestibulaire), et enfin une cophose bilatérale dans un cas (Choléstéatome) et unilatérale dans deux cas (Fracture des rochers+ labyrinthite) et une surdité fluctuante perceptive dans 05 cas prédominant sur les aigues.

➤ Résultats du bilan vidéonystagmographique :

La VNG a été réalisée chez tous les patients. Dans l'ensemble, 24 examens (80%) sont pathologiques contre 6 (20%) qui n'ont pas objectivé des signes d'atteinte vestibulaire ou neurologique.

- Résultats des tests oculomoteurs :

Dans aucun cas le test était pathologique.

- Résultats du bilan calorique :

Dans notre série les résultats des épreuves caloriques ont montré des hyporéflexies unilatérales avec une normoréflexie controlatérale dans 10 cas (33,3%), des aréflexies bilatérales dans 5 cas (16,6%), aréflexie unilatérale avec une normoréflexie controlatérale dans 12 cas (40%), et normale dans 10 cas (33,33) et non réalisé pour les deux cas de choléstatome et traumatisme crânien vu la présence de perforation tympanique.

- Anomalies du vibreur :

Apparition d'un nystagmus à la stimulation de la mastoïde dans 20 cas (66,6% cas) et normale dans 10 cas. (33,33% cas)

- Head shaking test :

Apparition d'un nystagmus horizonto-rotatoire battant vers le côté sain dans 13 cas (43,33% cas).

Pas de nystagmus dans 17 cas (56,66%)

- L'épreuve rotatoire :

Les anomalies de l'épreuve rotatoire avec un gain inférieur à 0,65 dans 20 cas (66%).

- Résultats du vidéo head-impulse test :

Les principales observations déduites :

le VHIT a modifié notre compréhension des déficits vestibulaires, sans toutefois présumer de l'origine virale ou autre, et permet un bilan lésionnel précis avec une durée de réalisation très courte et sans inconfort. La description de trois

nouveaux patterns essentiels de déficit vestibulaire unilatéral, a émergé et on distingue désormais parmi nos résultats: une prédominance des d'aréflexie unilatéral dans 10 cas, les atteintes vestibulaires bicanalaires (3 cas), , 3cas d'aréflexie bilatérale dans 3 cas d'aréflexie monocanalaire latéral dans 2 cas et monocanalaire bilatérale dans 02 cas, une atteinte monocanalaire postérieur dans 2cas et un VHIT normal dans 7cas.

➤ Les étiologies : (Tableau 1)

Les principales étiologies que nous avons retrouvées sont résumées dans le tableau suivant :

➤ Comparaison épreuves caloriques/ vHIT :

Dans 18 cas les résultats des calorique était semblables aux résultats du vhit et dans 06 cas les caloriques ont été normaux alors que le Vhit a objectivé des déficit canaux.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

Tableau 1: les principales étiologies retrouvées

Origine	Résultats du vHIT	Etiologie	Effectif	%
Périphérique	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur	3	10%
		Névrite inférieur	2	6%
	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire	07	23,33%
		Ototoxicité médicamenteuse Post-Chimiothérapie	1	3,33%
	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire	5	16,6%
		Labyrinthite par dehiscence du CSC latéral dans le cas d'un cholestéatome	1	3,33%
	Vhit normal	Traumatisme crânien	2	6%
		Migraine vestibulaire	2	6%
		Maladie de ménière	4	13,33%
		Névrite vestibulaire	3	10%

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

Tableau n°2 : **Tableau comparatif vHIT / épreuves caloriques**

Patient n°	Résultats des épreuves caloriques	Résultats du Vhit	Diagnostic retenu :
1	Aréflexie unilatéral	Atteinte bicanalaire (CSC sup+lat)	Névrite supérieur
2	Hyporéflexie unilatéral	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur
3	Hyporéflexie unilatéral	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur
4	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
5	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
6	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
7	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
8	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
9	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
10	Aréflexie unilatérale	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
11	normale	Aréflexie monocanalaire (CSC post)	Névrite inférieur
12	normale	Aréflexie monocanalaire (CSC post)	Névrite inférieur
13	Hyporéflexie vestibulaire compensé	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
14	Hyporéflexie vestibulaire compensé	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
15	Hyporéflexie vestibulaire compensé	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
16	Aréflexie bilatérale	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

17	Aréflexie bilatérale	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
18	Aréflexie bilatérale	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
19	Aréflexie bilatérale	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
20	Aréflexie bilatérale	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
21	Aréflexie bilatérale	Aréflexie bilatérale	Intoxication médicamenteuse post chimiothérapie
22	Non réalisé	Aréflexie monocanalaire bilatéral (CSC latéral)	Choléstéatome bilatéral
23	Non réalisé	Aréflexie monocanalaire bilatéral	Traumatisme crânien
24	Hyporéflexie bilatéral	Aréflexie monocanalaire bilatéral	Traumatisme crânien
25	Normal	Normal	Migraine vestibulaire
26	Normal	Normal	Migraine vestibulaire
27	Normal	Normal	Maladie de ménière
28	Normal	Normal	Maladie de ménière
29	Normal	Normal	Maladie de ménière
30	Normal	Normal	Maladie de ménière

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

Patient n°	Résultats du head shaking test	Résultats du Vhit	Diagnostic retenu :
1	Nystagmus post rotatoire	Atteinte bicanalaire (CSC sup+lat)	Névrite supérieur
2	Nystagmus post rotatoire	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur
3	Nystagmus post rotatoire	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur
4	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
5	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
6	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
7	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
8	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
9	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
10	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
11	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie monocanalaire (CSC post)	Névrite inférieur
12	Nystagmus post rotatoire	Aréflexie monocanalaire (CSC post)	Névrite inférieur
13	normale	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
14	normale	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
15	normale	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

16	Pas de nystagmus	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
17	Pas de nystagmus	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
18	Pas de nystagmus	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
19	Pas de nystagmus	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
20	Pas de nystagmus	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
21	Pas de nystagmus	Aréflexie bilatérale	Intoxication médicamenteuse post chimiothérapie
22	Pas de nystagmus	Aréflexie monocanalaire bilatéral (CSC latéral)	Choléstéatome bilatéral
23	Pas de nystagmus	Aréflexie monocanalaire bilatéral	Traumatisme crânien
24	Pas de nystagmus	Aréflexie monocanalaire bilatéral	Traumatisme crânien
25	Normal	Normal	Migraine vestibulaire
26	Normal	Normal	Migraine vestibulaire
27	Normal	Normal	Maladie de ménière
28	Normal	Normal	Maladie de ménière
29	Normal	Normal	Maladie de ménière
30	Normal	Normal	Maladie de ménière

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

Tableau n°2 : **Tableau comparatif vHIT / test vibratoire osseux**

Patient n°	Résultats du vibreur	Résultats du Vhit	Diagnostic retenu :
1	Nystagmus battant du côté sain	Atteinte bicanalaire (CSC sup+lat)	Névrite supérieur
2	Nystagmus battant du côté sain	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur
3	Nystagmus battant du côté sain	Atteinte bicanalaire (CSC sup +lat)	Névrite supérieur
4	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
5	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
6	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
7	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
8	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
9	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
10	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie unilatérale	Névrite vestibulaire
11	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie monocanalaire (CSC post)	Névrite inférieur
12	Nystagmus battant du côté sain	Aréflexie monocanalaire (CSC post)	Névrite inférieur
13	Nystagmus battant du côté sain	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
14	Nystagmus battant du côté sain	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
15	Nystagmus battant du côté sain	normale	Névrite vestibulaire dont l'atteinte supérieure ou inférieure n'est pas précisée
16	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

17	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
18	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
19	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
20	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie bilatérale	Névrite vestibulaire
21	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie bilatérale	Intoxication médicamenteuse post chimiothérapie
22	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie monocanalaire bilatéral (CSC latéral)	Choléstéatome bilatéral
23	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie monocanalaire bilatéral	Traumatisme crânien
24	Pas de nystagmus significatif	Aréflexie monocanalaire bilatéral	Traumatisme crânien
25	Normal	Normal	Migraine vestibulaire
26	Normal	Normal	Migraine vestibulaire
27	Normal	Normal	Maladie de ménière
28	Normal	Normal	Maladie de ménière
29	Normal	Normal	Maladie de ménière
30	Normal	Normal	Maladie de ménière

### 3. Quelques illustrations cliniques :

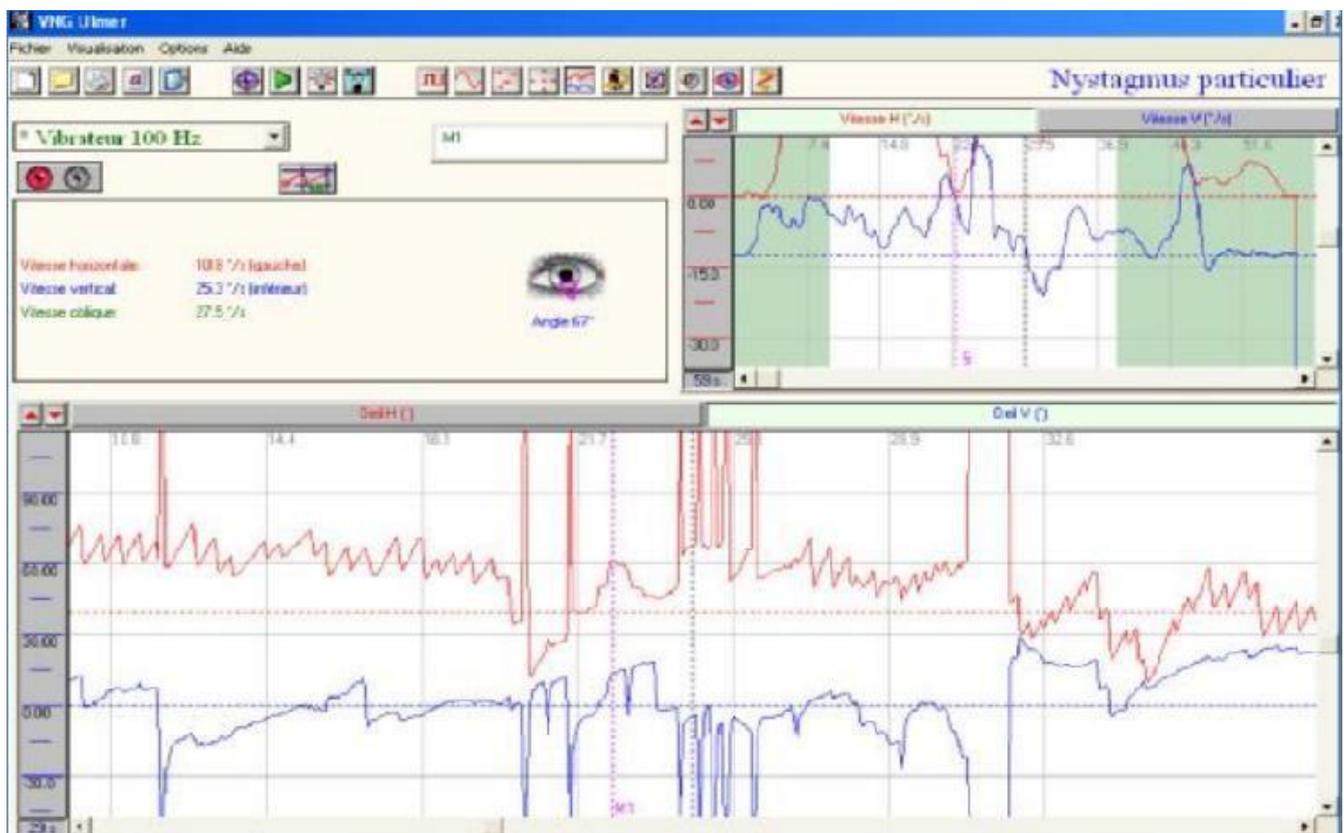
#### ➤ Observation 1 :

Patiente âgée de 30, sans antécédents pathologiques particuliers, qui a présentée 2 mois auparavant une crise de vertige rotatoire qui a duré une semaine, accompagné des signes neurovégétatifs (nausées, vomissements, pâleur, sueurs) et des acouphènes bilatéraux. L'épisode aigu est survenu au décours d'un épisode grippal.

- L'examen ORL et neurologique étaient normaux.
- A l'examen vestibulaire :
  - Le test de Romberg objective une déviation à droite.
  - Le test des index révèle une déviation de 4 cm du côté droite.
  - Nystagmus spontané absent.
- A la VNG :
  - L'oculomotricité est normale.
  - Il n'y a pas de gaze nystagmus.
  - Le test au vibreur (Fig; 12) objective un nystagmus gauche à la stimulation à droite et gauche.
  - Au HST (Fig; 13) on trouve un nystagmus gauche.
  - L'épreuve rotatoire (Fig; 14) note la présence d'une prépondérance à gauche  $5,6^\circ/s$  avec un gain au VOR=0.43.
  - L'épreuve calorique (Fig; 15) révèle une aréflexie droite à 100%. Le diagnostic le plus probable est une névrite vestibulaire droite.

Au Vhit : aréflexie vestibulaire droite.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



**Figure 12 : Test vibratoire: nystagmus gauche à la stimulation à droite et gauche.**

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

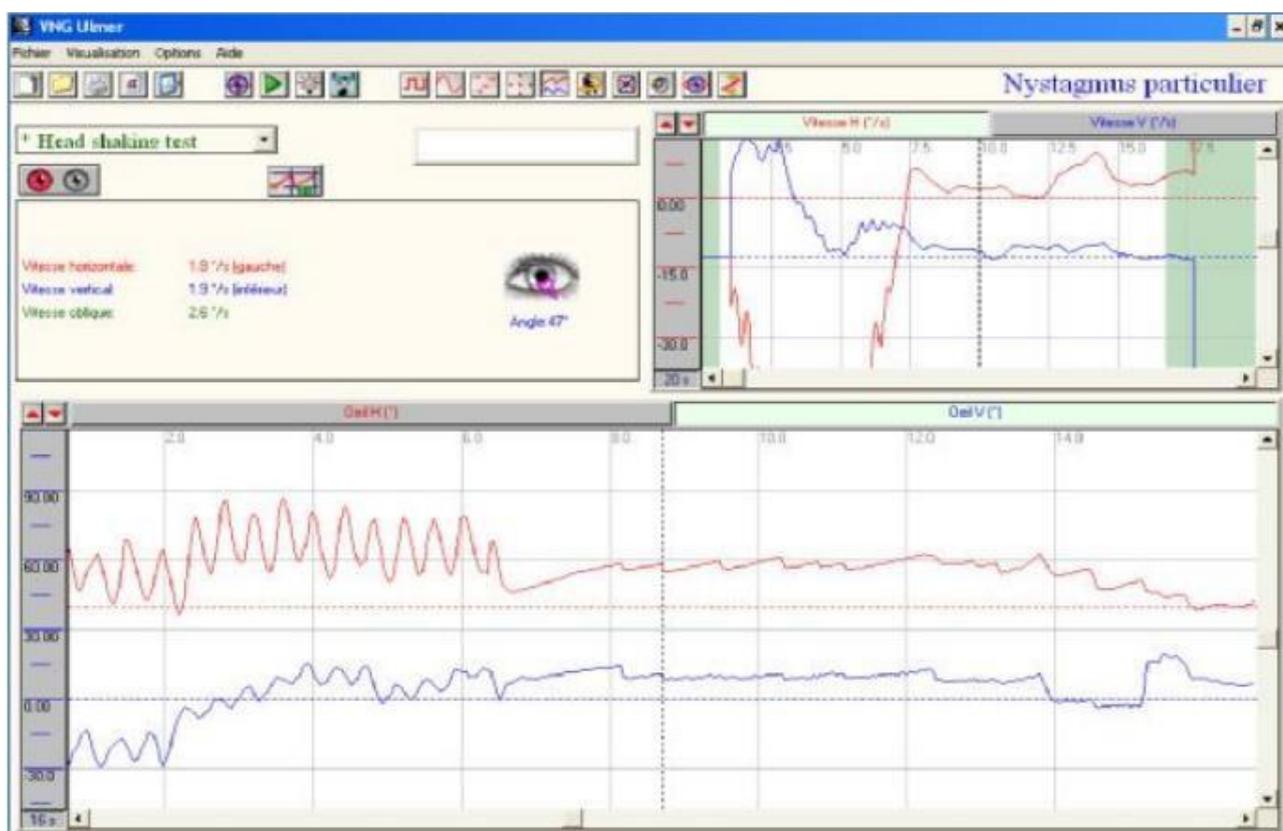


Figure 13 : HST: nystagmus gauche.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

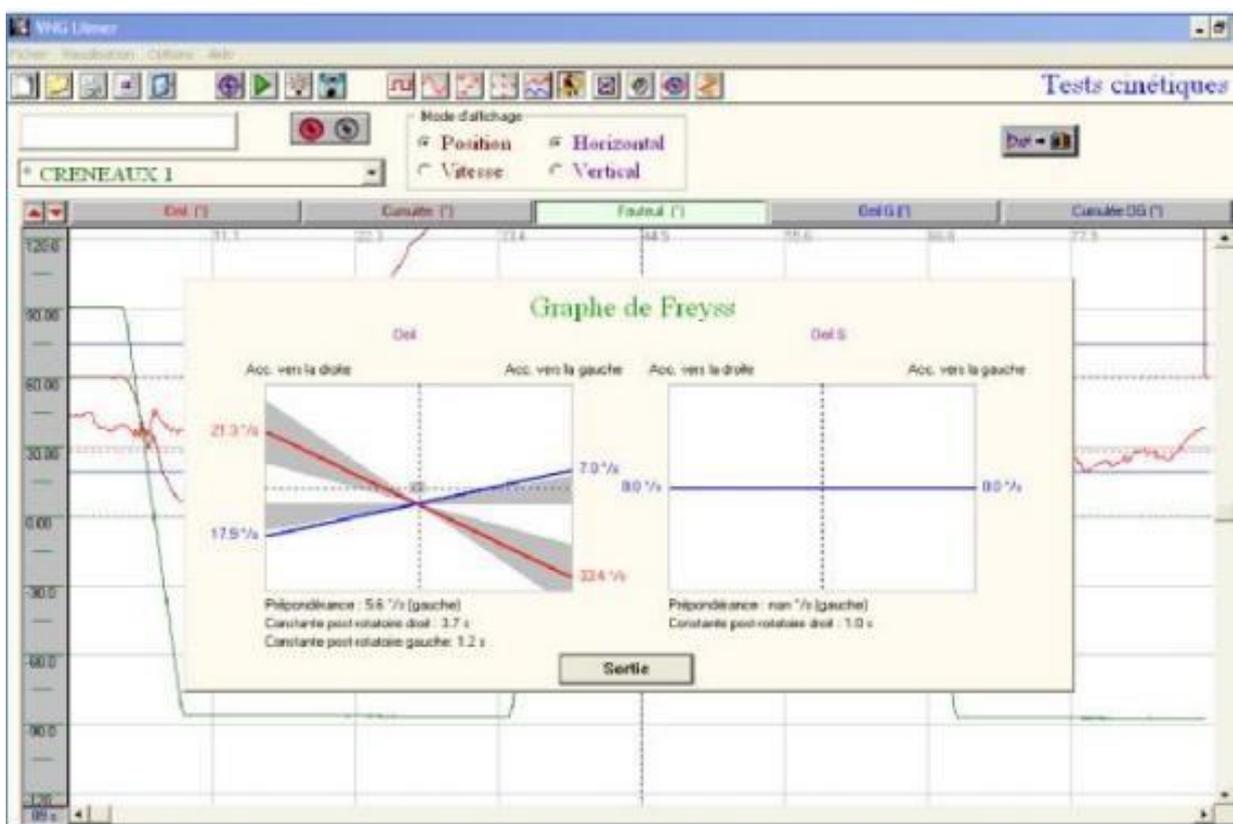


Figure 14 : Epreuve rotatoire : présence d'une prépondérance à gauche 5,6°/s avec un gain au VOR=0.43.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

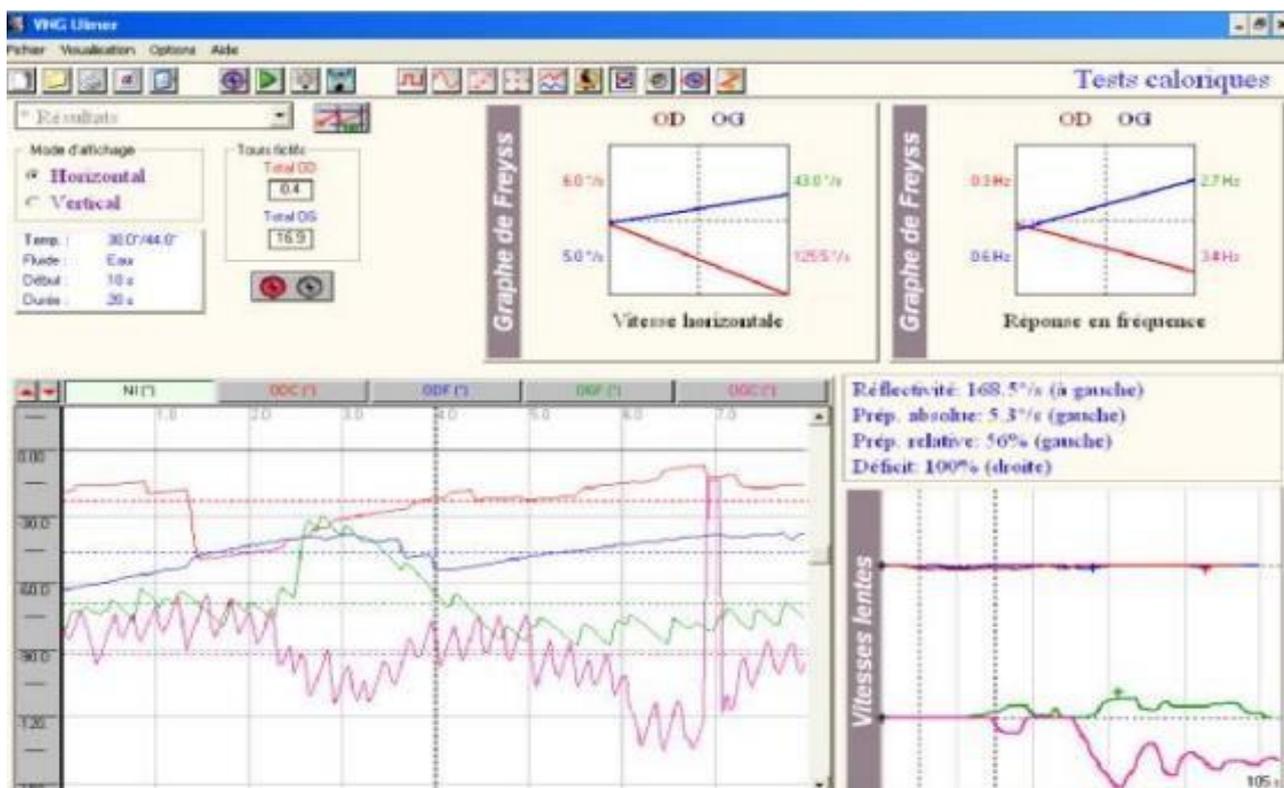
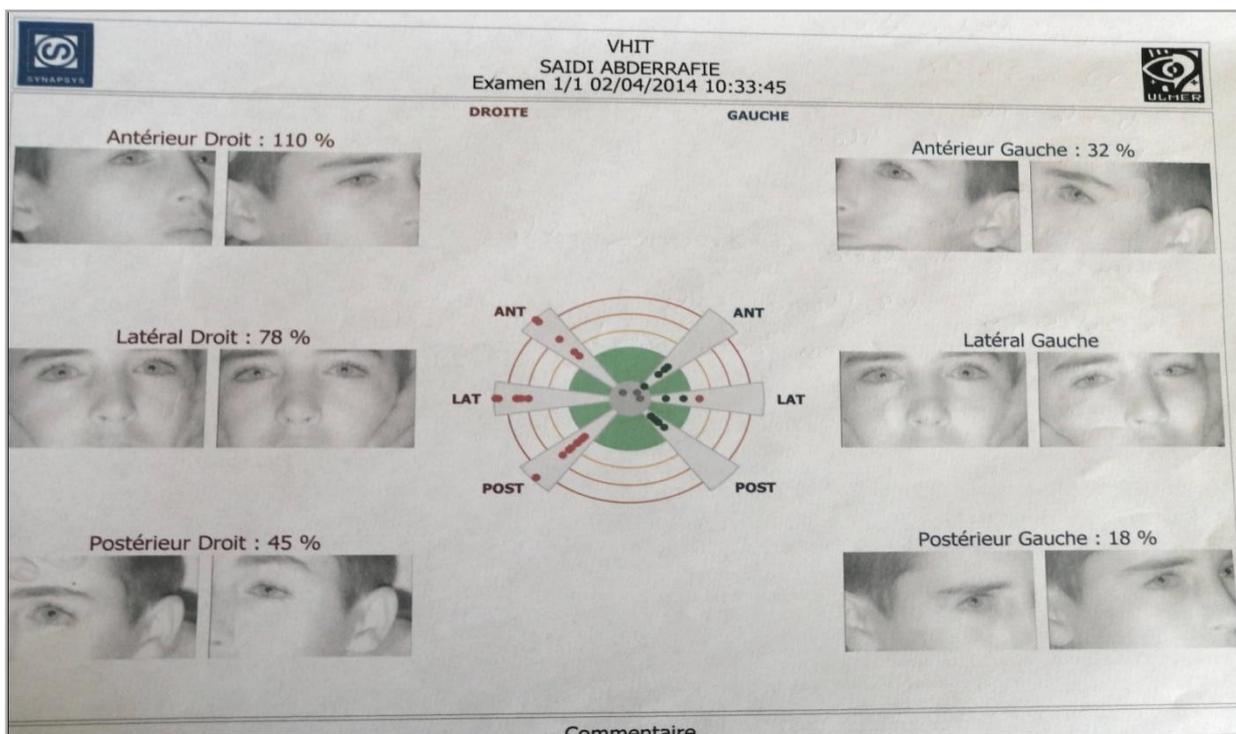


Figure 15 : Epreuve calorique : aréflexie canalaire droite à 100%

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



**Figure 16 : vhit Areflexie canalaire droite**

➤ Observation n°2 :

Patiente âgée de 40 ans, sans antécédents pathologiques particuliers, qui a présentée 6 mois auparavant une crise de vertige rotatoire qui a duré une semaine, accompagné des signes neurovégétatifs (nausées, vomissements, pâleur, sueurs) et des acouphènes bilatéraux. L'épisode aigu est survenu au décours d'un épisode grippal, la patiente a noté la persistance d'une instabilité posturale sans réapparition de la 1<sup>ère</sup> crise.

- L'examen ORL et neurologique étaient normaux.
- A l'examen vestibulaire :
  - Le test de Romberg objective une déviation à droite.
  - Le test des index révèle une déviation de 4 cm du côté droite.
  - Nystagmus spontané absent.
- A la VNG :
  - L'oculomotricité est normale.
  - Il n'y a pas de gaze nystagmus.
  - Le test au vibreur objective un nystagmus gauche à la stimulation à droite et gauche. (Fig; 13)
  - Au HST on trouve un nystagmus gauche.
  - L'épreuve rotatoire (Fig; 14) note la présence d'un prépondéré
  - L'épreuve calorique (Fig; 15) révèle une Hypovalence droite à 32% compensé.

Au Vhit : aréflexie vestibulaire droite.(Figure :16)

Le diagnostic le plus probable est une névrite vestibulaire droite compensé.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

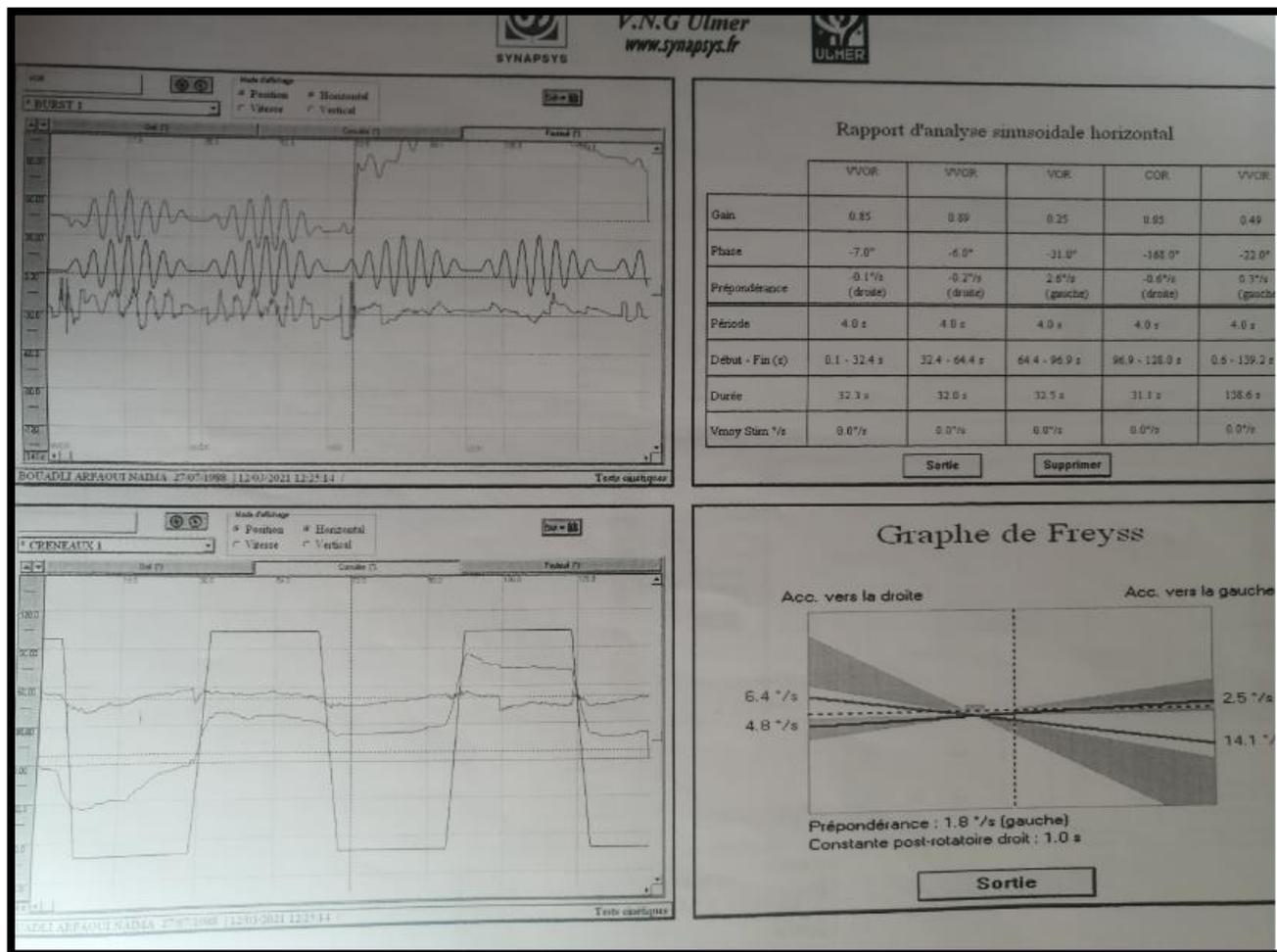


figure n°13 : épreuves rotatoires

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

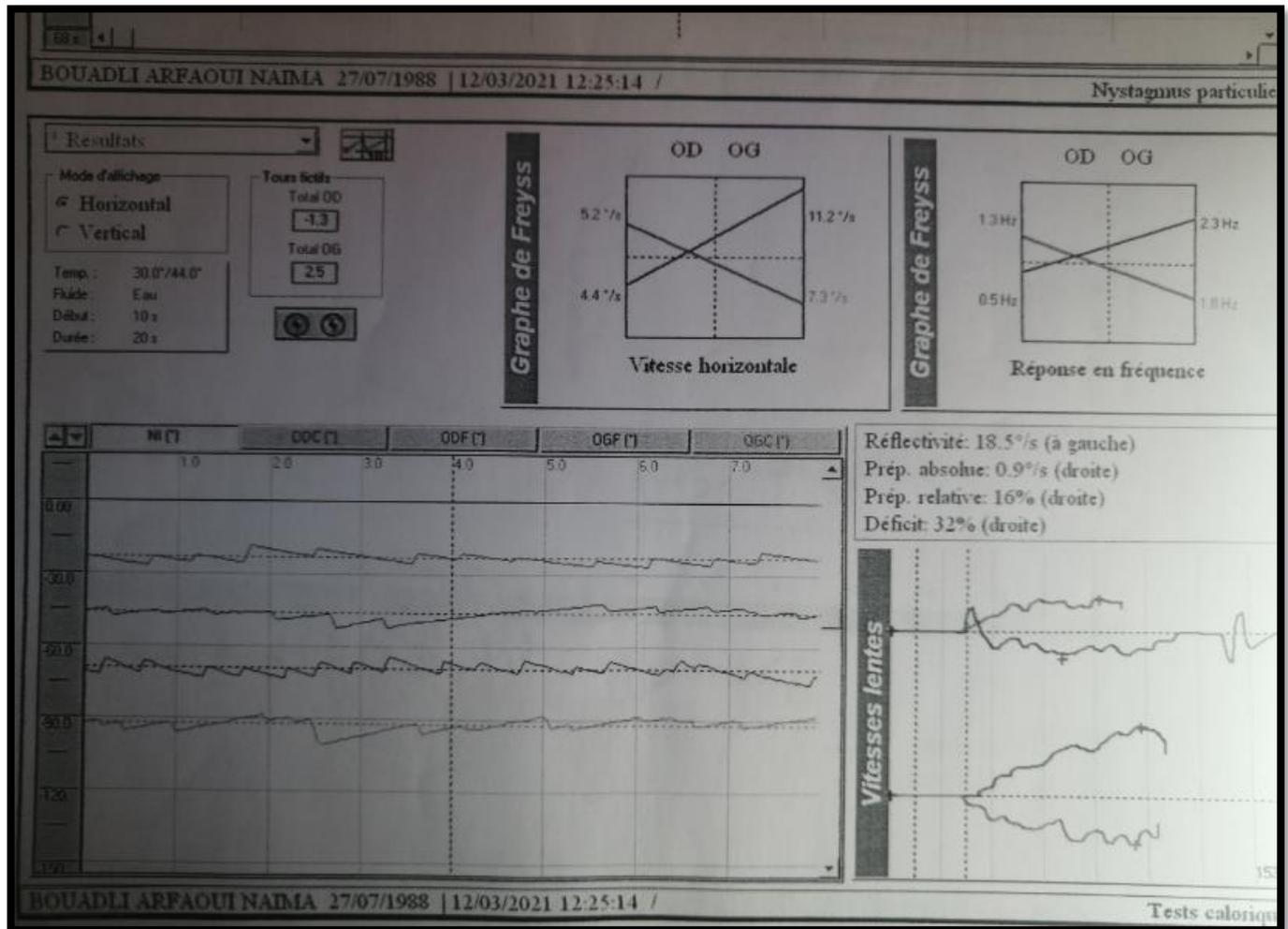


Figure n°14 : hypo valence vestibulaire droite compensé

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

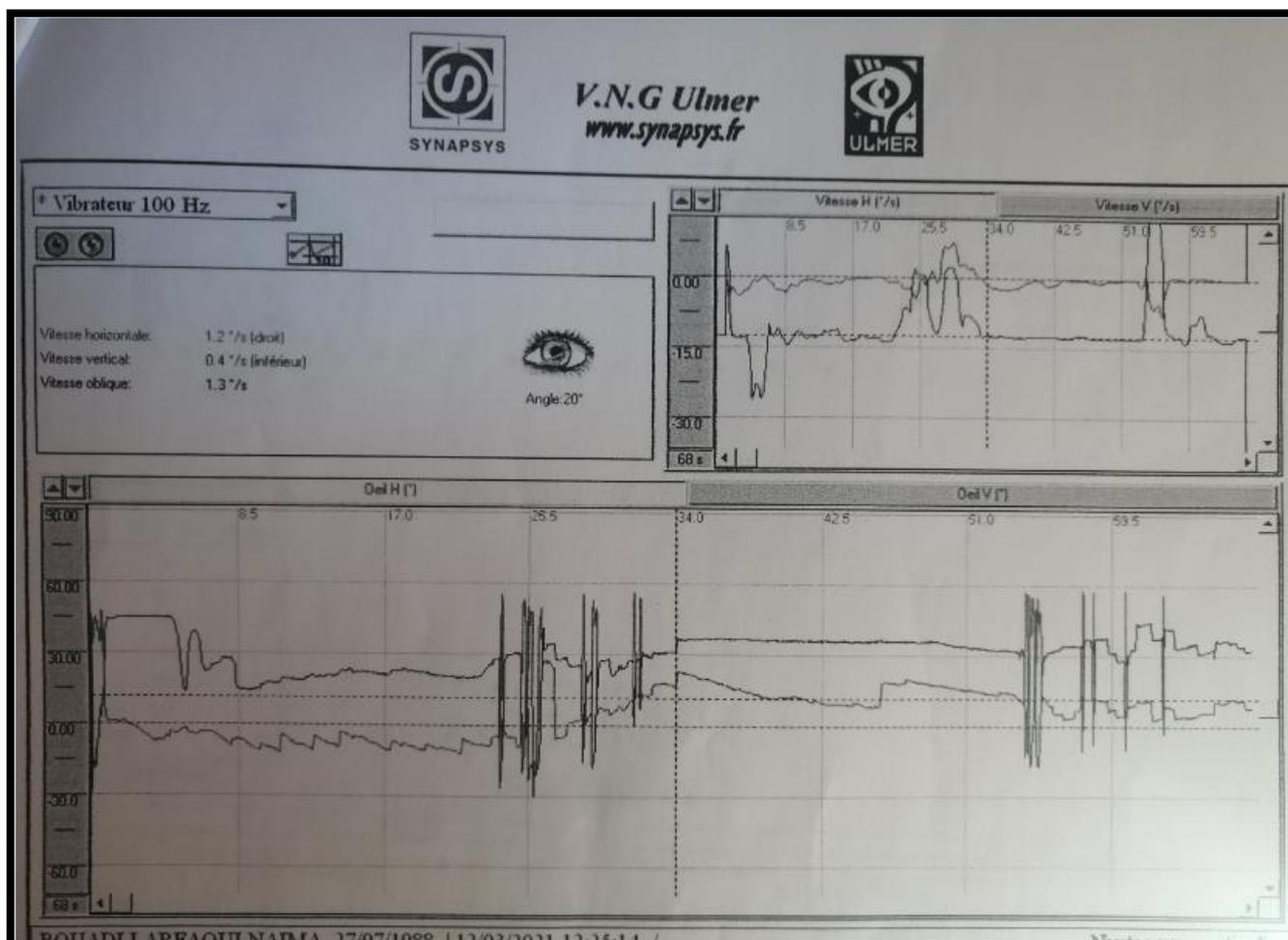


Figure n°15 : vibrateur objective un nystagmus gauche à gauche et à droite

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

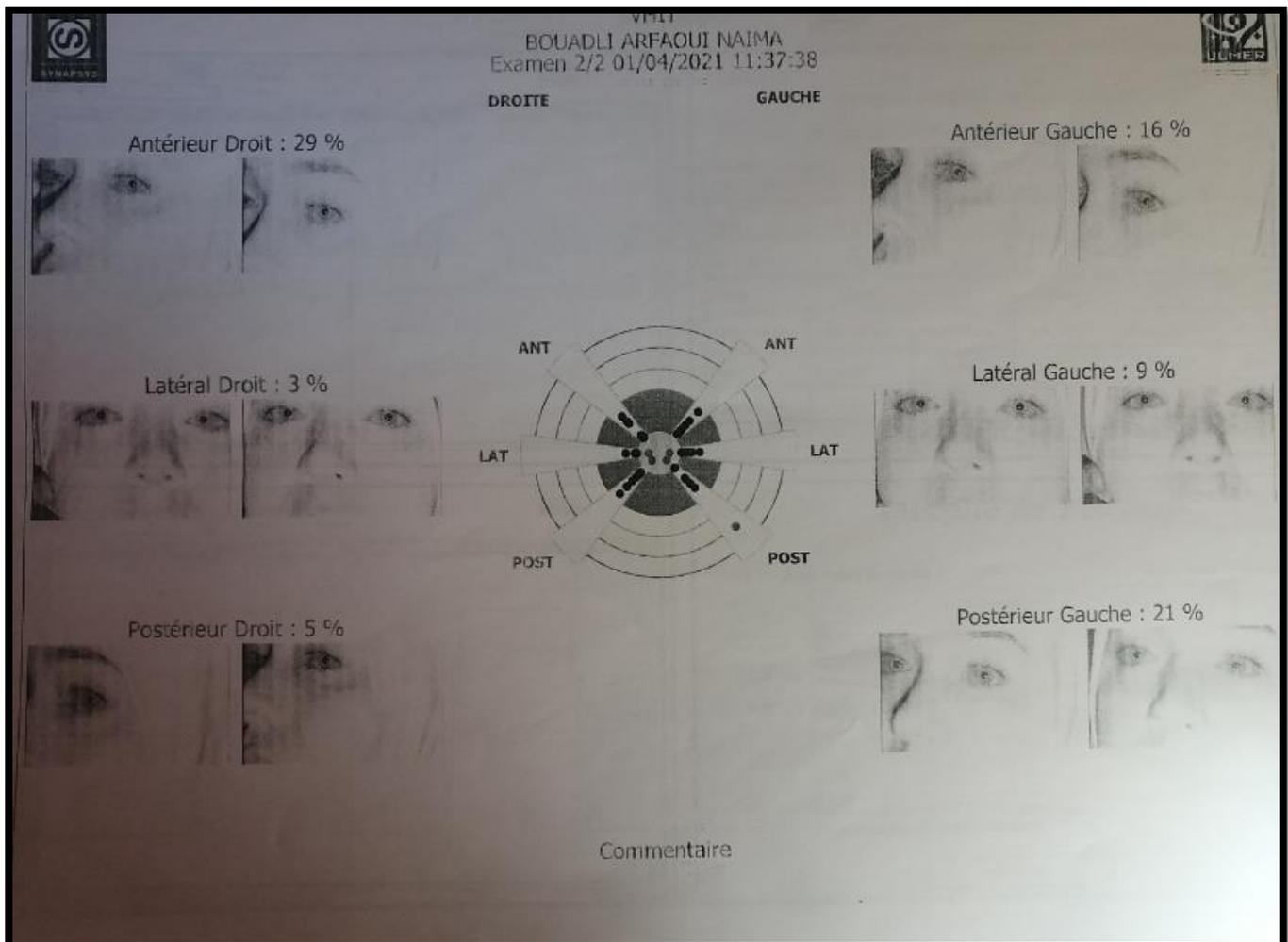


Figure n°16 : vHIT normaux

Observation n°3 :

Patient de 50 ans qui a présenté une crise vertigineuse rotatoire,

Avec à l'admission un examen clinique normal , la VNG était sans particularités alors que le Vhit a montré une névrite vestibulaire supérieure figure n° 17

Observation n°4 :

Patiente de 41 ans qui a présenté une crise vertigineuse qui a régressé sous traitement avec un examen audiométrique et vestibulaire normal.

La VNG est sans particularités

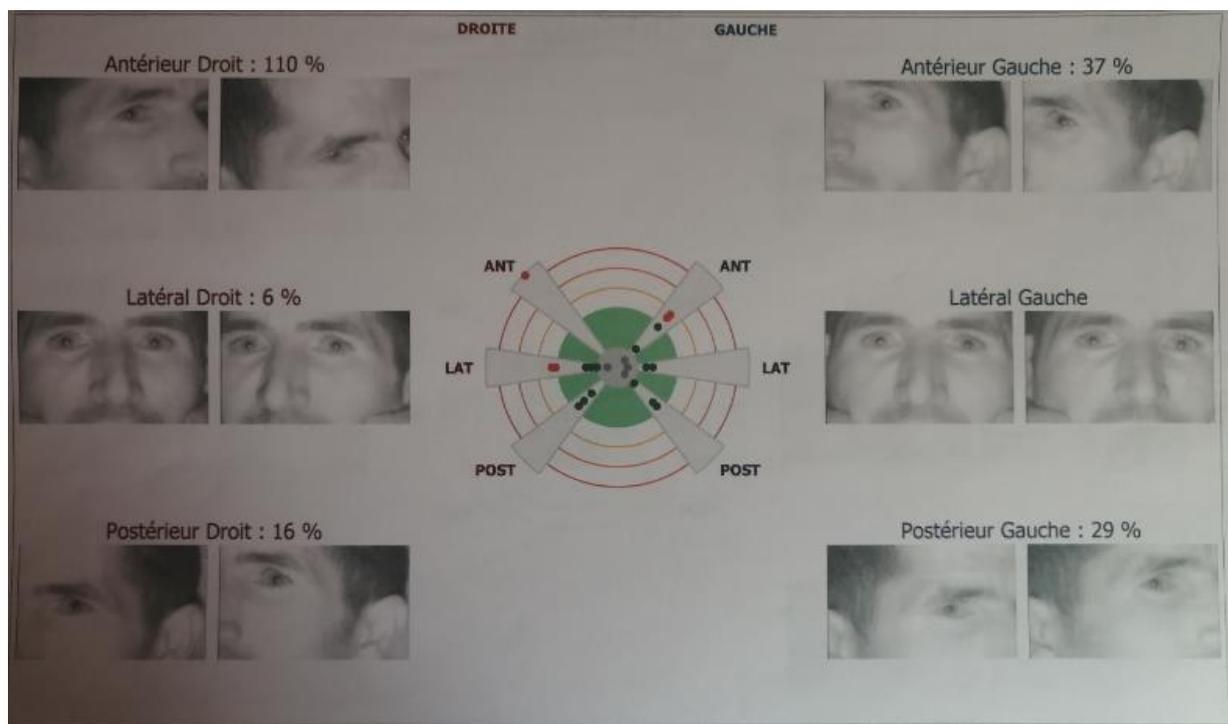
Vhit a montré une névrite vestibulaire inférieure gauche figure n°18

Observation n°5 :

Patiente de 55 ayant suivie pour un UCNT du cavum ayant reçu une cure de RCC qui consulte pour une instabilité à l'obscurité , l'audiogramme a montré une surdité perceptionnelle profonde bilatérale avec à la VNG et aux Vhit une aréflexie bilatéral figure n°18

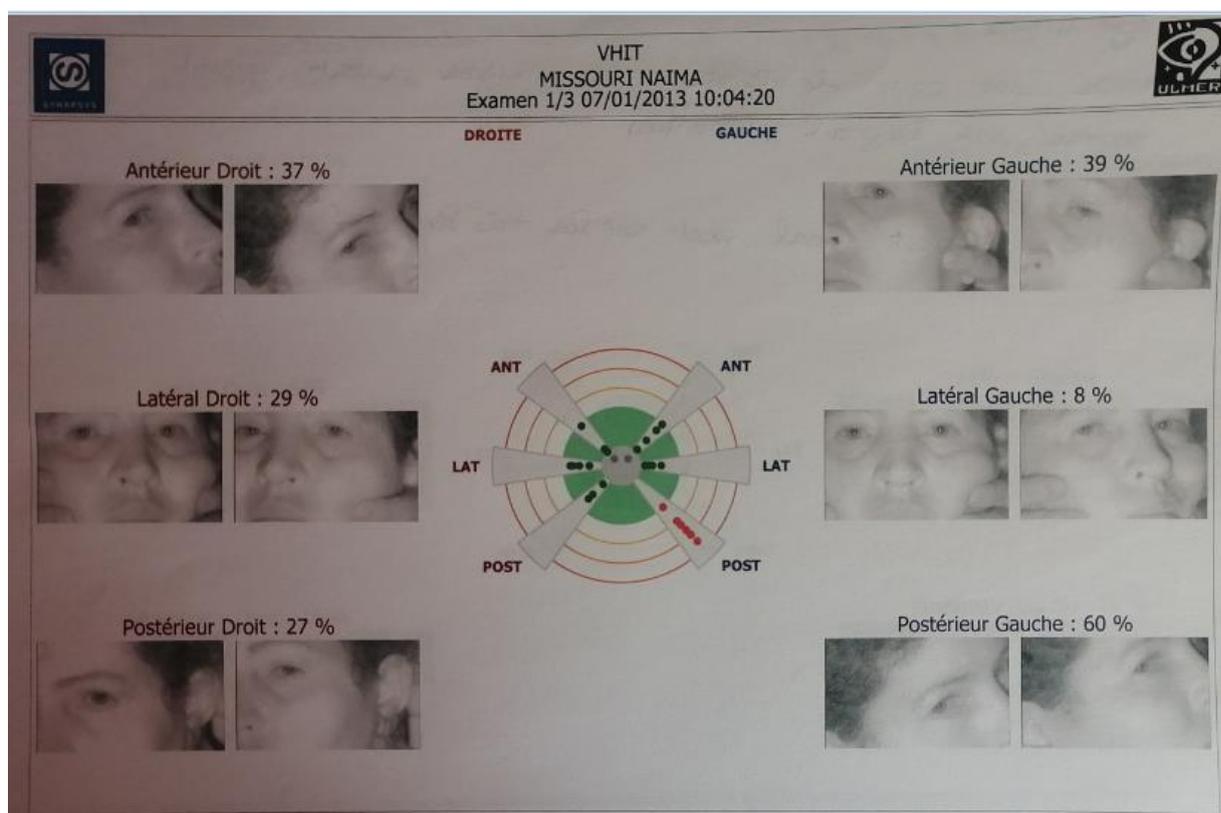
L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---



**Figure n°17 : Névrite supérieure droite.**

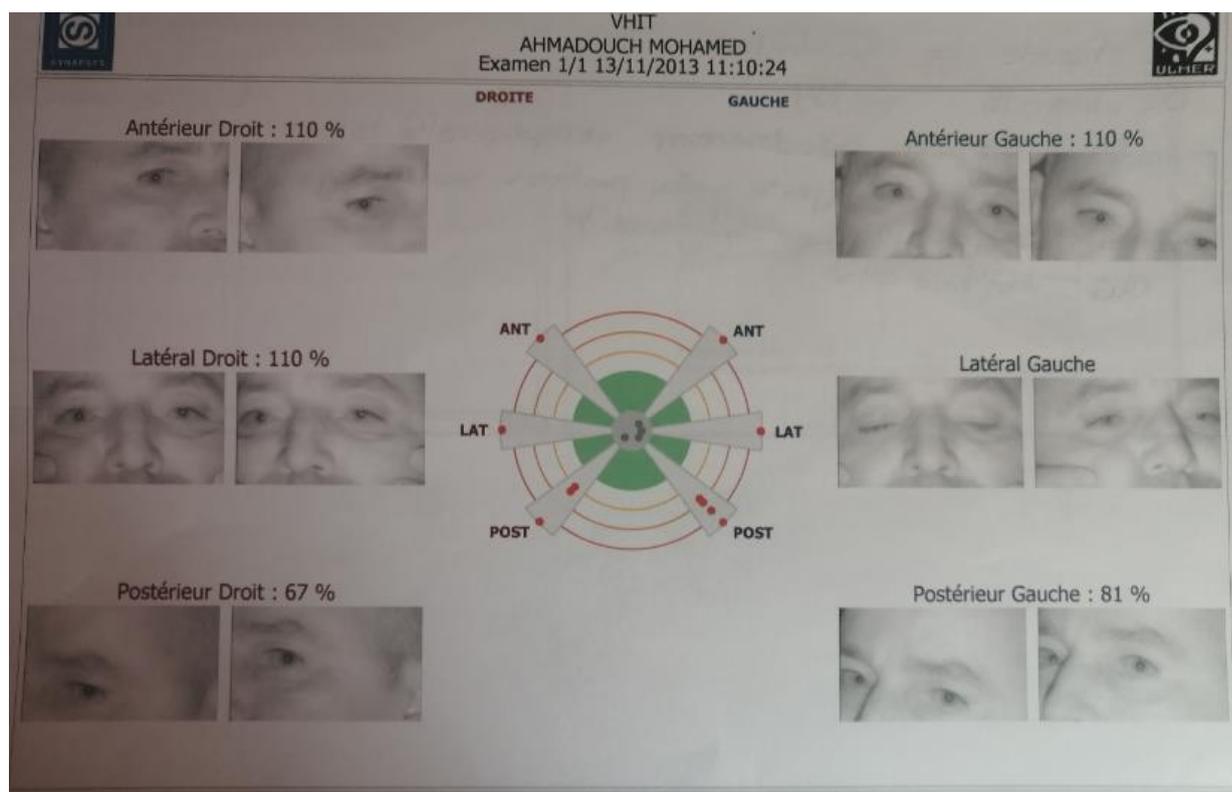
L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



**Figure n°18 : Névrite inférieure gauche**

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---



**Figure n°19 : Aréflexie vestibulaire bilatérale**

Observation n°6 :

Patient âgé de 39 ans, ayant comme antécédents un traumatisme crânien il ya 3 mois. Qui présente depuis l'accident un vertige rotatoire permanent, associée à une hypoacousie droite, sans asymétrie faciale.

L'examen ORL objective une surdité de perception droite.

L'examen neurologique était normal.

L'examen vestibulaire :

- Ne révèle pas de nystagmus spontané.
- Instabilité multidirectionnelle aux différents examens vestibulaires.

L'audiogramme (Fig; 20) objective une cophose droite.

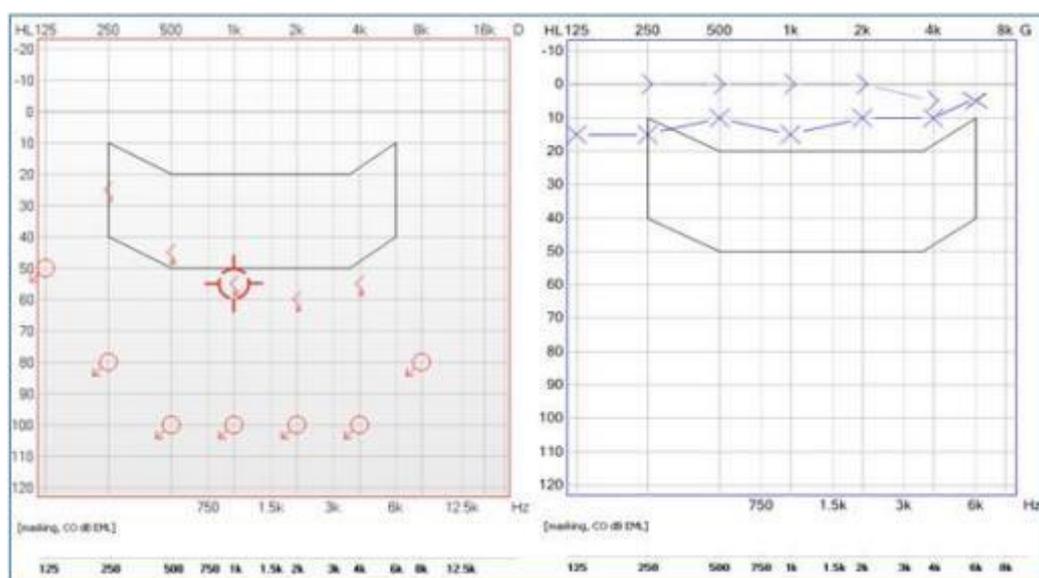
TDM du rocher normale (Fig; 21).

A la VNG, le test des saccade est normal, la poursuite oculaire (Fig; 19) n'objective pas de nystagmus mais on a un gain faible à 0,46 à droite et 0,61 à gauche. Il n'y a pas de gaze nystagmus. Le test au vibreur était normal, pour le HST (Fig; 22) on a trouvé un nystagmus gauche. L'épreuve rotatoire (Fig; 23) note la présence d'une prépondérance à gauche 2,8°/s avec un gain au VOR=0.37.

L'épreuve calorique (Fig; 24) révèle une aréflexie droite à 100%. Devant ce tableau de vertige qui associe un antécédent de traumatisme crânien, avec une TDM du rocher normale, et une VNG qui objective une aréflexie vestibulaire droite, le diagnostic le plus probable est une contusion labyrinthique (c'est une atteinte labyrinthique post traumatique sans fracture du rocher). Le vhit montre également une aréflexie droite et un déficit canalaire supérieur gauche.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---



**Figure 20 : L'audiogramme objective une cophose droite**

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

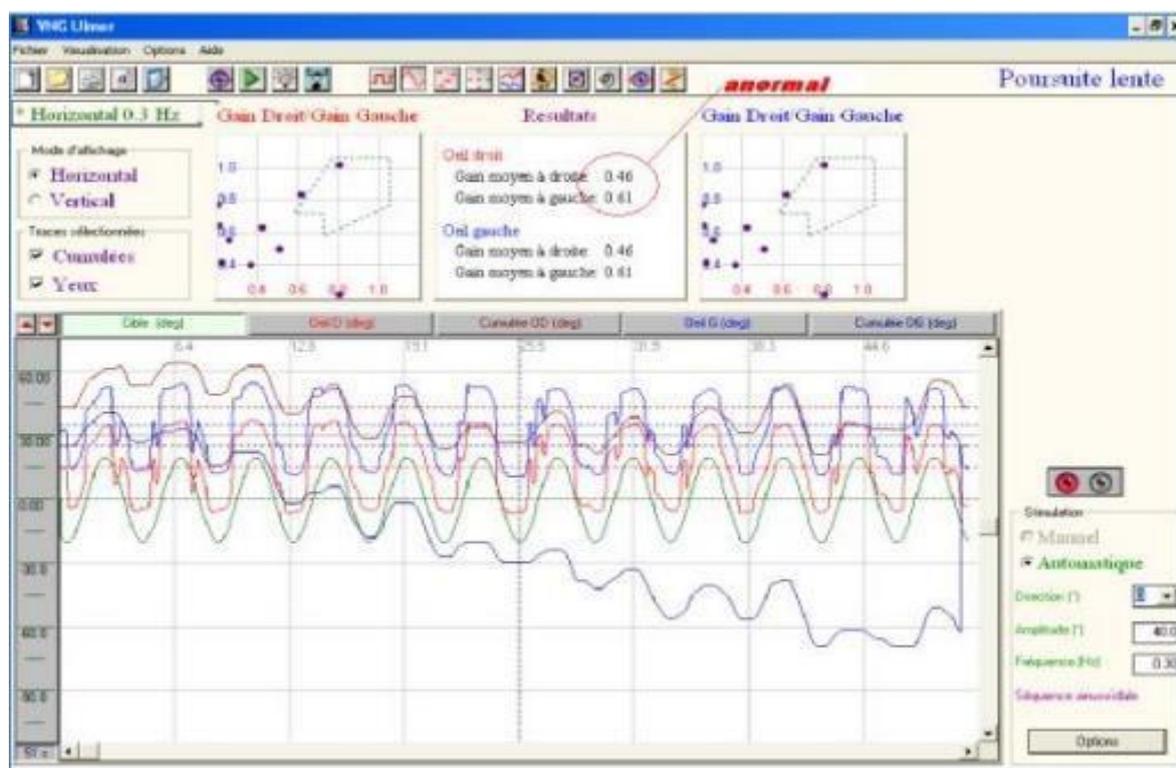


Figure 21 : Poursuite oculaire : absence de nystagmus mais présence d'un gain faible 0,46 à droite et 0,61 à gauche

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

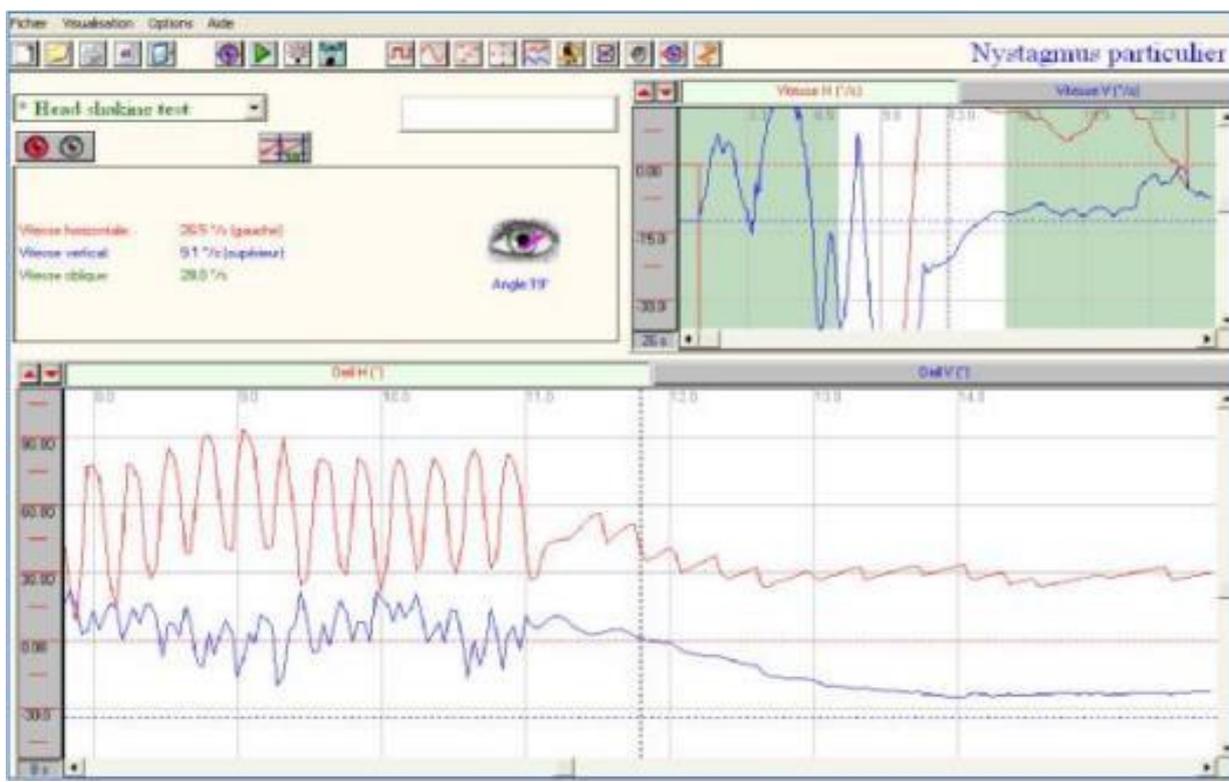
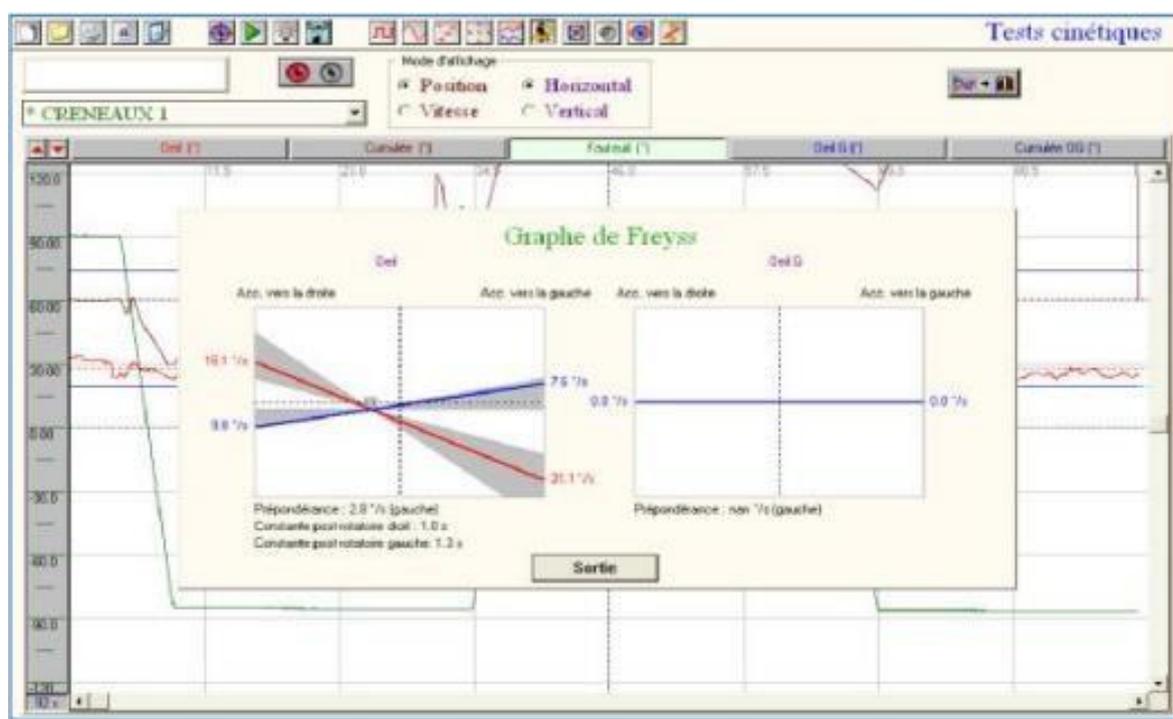


Figure 22 : HST: nystagmus gauche.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



**Figure 23 : Epreuve rotatoire: présence d'une prépondérance à gauche 2,8°/s avec un gain au VOR=0.37.**

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

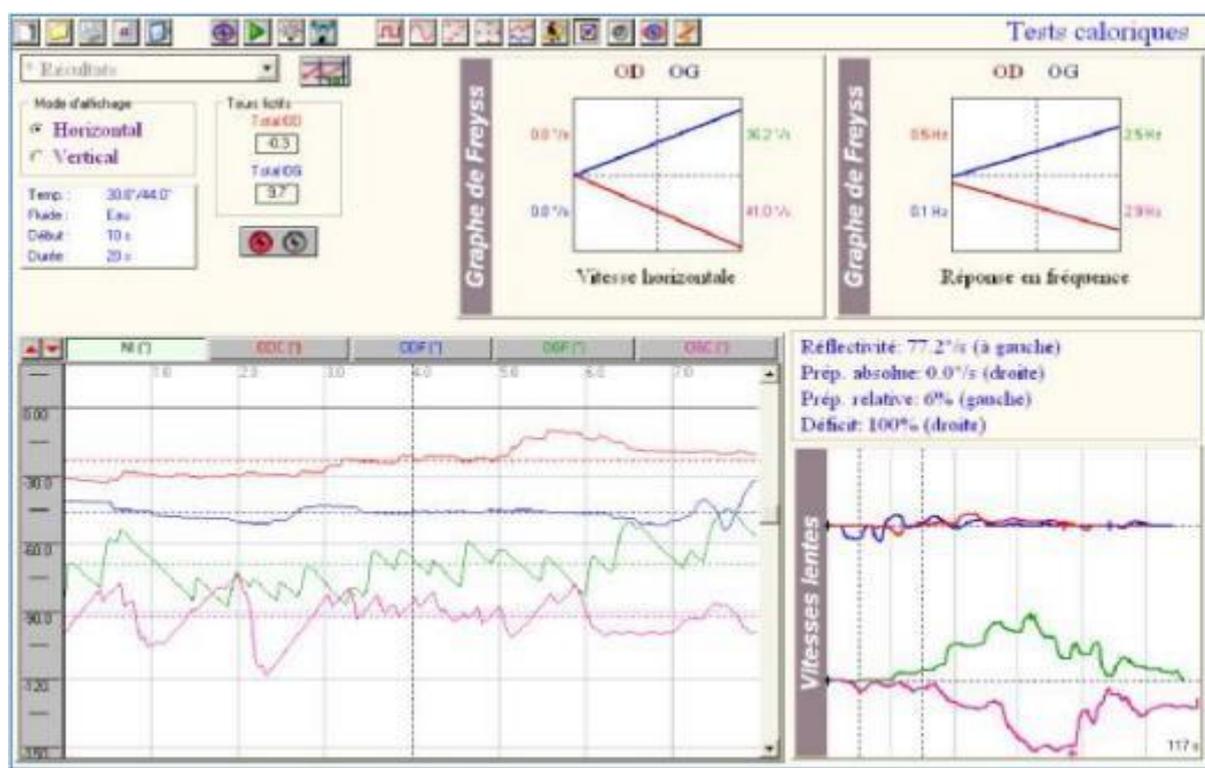
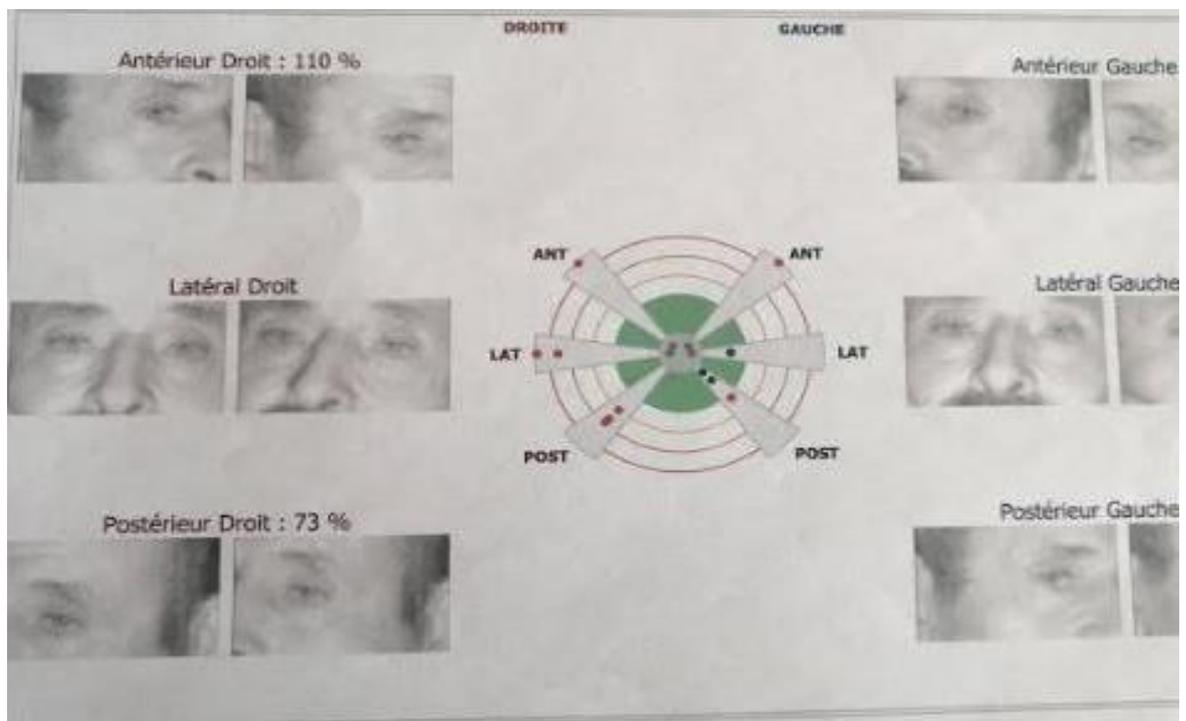


Figure 24 : Epreuve calorique : aréflexie droite (à 100%).

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---



**Figure 25 : Aréflexie droite et un déficit canalaire gauche.**

### Observation n7 :

Patient âgé de 18 ans, ayant comme antécédents une otite moyenne chronique évolutive depuis 10 ans. Qui présente depuis 10 jours une grande crise de vertige rotatoire permanente, associée à une hypoacousie bilatérale profonde, et des otorrhées purulentes évoluant dans un contexte de fièvre non chiffrée.

- A l'examen ORL:

- Après aspiration des otorrhées purulente, on note la présence d'un polype inflammatoire comblant les 2 CAE, et une fistule retro auriculaire bilatérale.

- A l'acoumétrie : on trouve une surdité de transmission bilatérale.

- L'examen vestibulaire :

- Ne relève pas de nystagmus spontané.

- Trouve une instabilité multidirectionnelle aux différents examens vestibulaires.

- L'audiogramme (Fig; 26) trouve une cophose bilatérale.

- La TDM des rochers (Fig; 27) objective un comblement bilatéral total de la caisse du et une fistule du CSC latéral gauche, avec destruction de la chaîne ossiculaire, et une lyse corticale mastoïdienne.

- A la VNG, le test des poursuites (Fig; 28) trouve des poursuites saccadiques à gauche avec un gain à 0.36, la VHIT (Fig; 29) montre une aréflexie vestibulaire canalaire aux hautes fréquences bilatérale, consécutive d'une labyrinthite compliquant une otite chronique cholestéatomateuse. Le patient a été pris en charge chirurgicalement.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

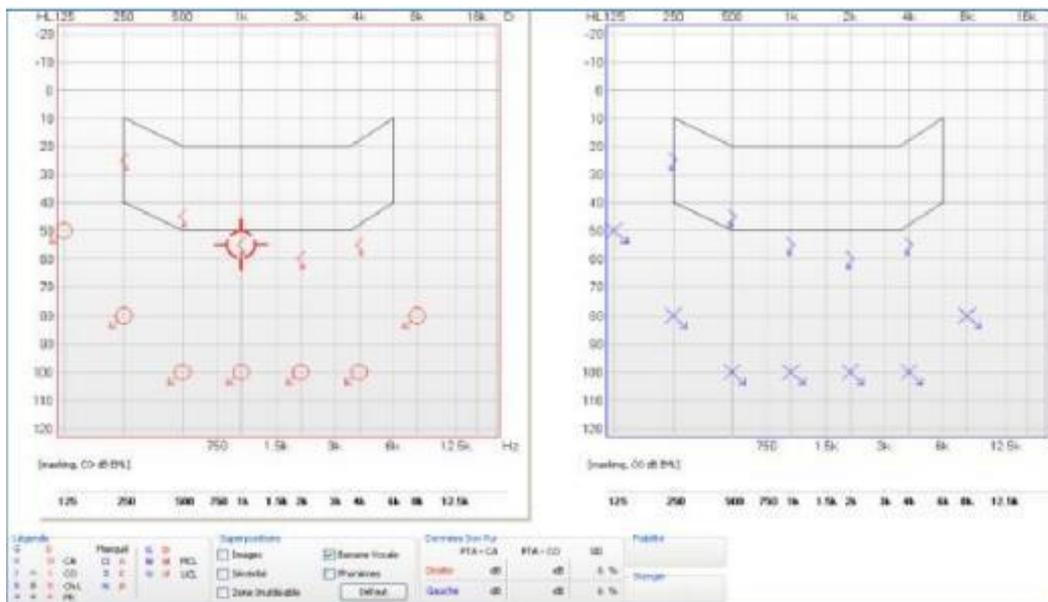


Figure 26 : Audiogramme : cophose bilatérale



Figure 27 : TDM du rocher: comblement bilatéral total de la caisse duet fistule du CSC latéral gauche, avec destruction de la chaîne ossiculaire, lyse corticale mastoïdienne.

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :



Figure 28 : poursuite oculaire normale

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

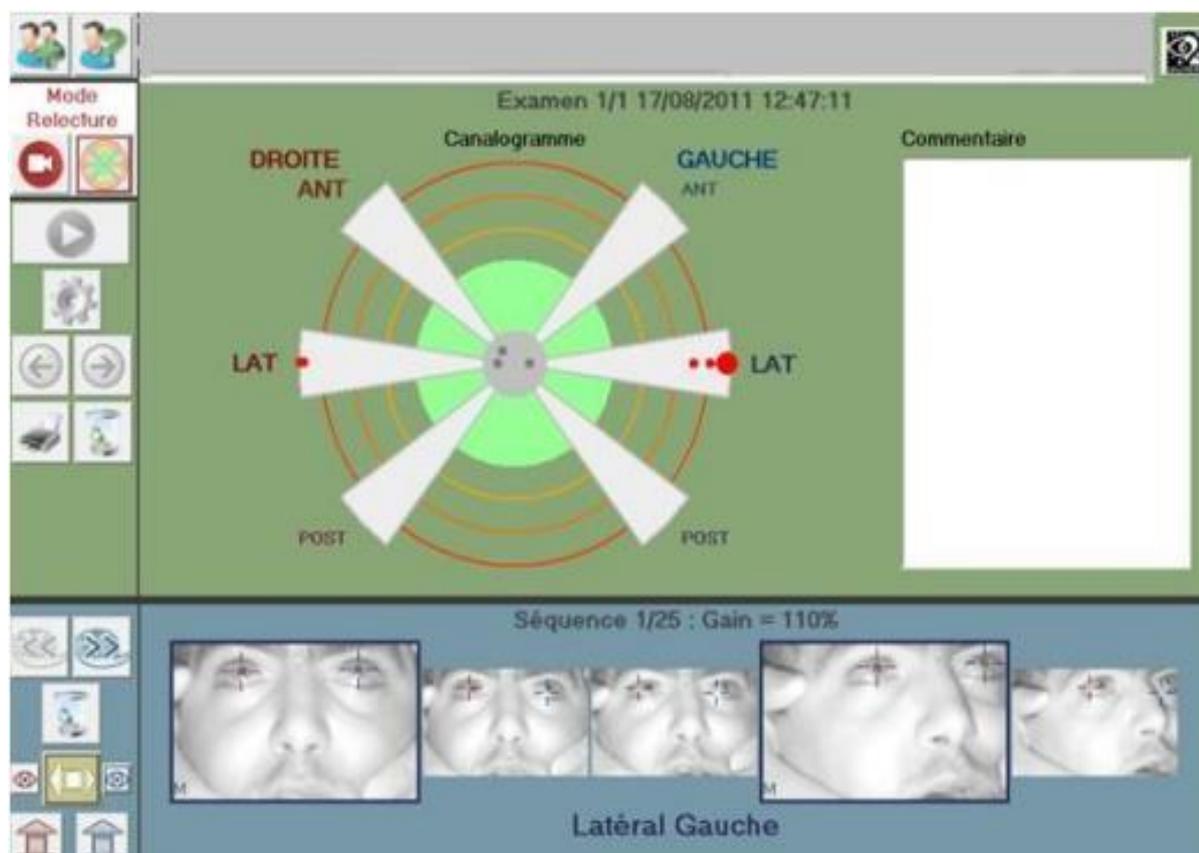


Figure 30 : déficit monoculaire latérale bilatérale sur les hautes fréquences.

- **Conclusions cliniques :**

Ce test peut remplacer les épreuves caloriques en cas de contre-indication comme dans le cas des perforations tympaniques.

Le couple épreuve calorique /Vhit est plus pertinent dans l'exploration de la fonction des canaux semi-circulaires car des épreuves caloriques ou des Vhit normaux n'éliminent pas une névrite vestibulaire.

Le Vhit est un test qui est sensible à la compensation en comparaison avec le vibreur ou le head shaking test.

# DISCUSSION

## Discussion

### A. VHIT et épreuve calorique :

Lors du bilan initial d'un patient vertigineux, l'épreuve calorique reste le standard pour l'évaluation de la fonction canalaire par comparaison des deux côtés. Néanmoins, elle présente certains inconvénients : il s'agit d'un examen relativement long, souvent inconfortable pour les patients, pouvant provoquer des nausées et des vomissements et qui peut être contre-indiqué en fonction du status local (perforation tympanique, infection, cavité de mastoïdectomie par exemple). [17]

L'examen doit être effectué sans possibilité de fixation visuelle à l'aide de lunettes de Frenzel ou d'une caméra infrarouge de vidéoscopie. De plus, l'épreuve calorique teste uniquement le canal latéral.

Le vHIT permet-il donc de se passer de l'épreuve calorique ? Ces deux tests n'interrogent pas la même structure au sein du système vestibulaire, à savoir les cellules ciliées de type II, sensibles aux basses fréquences pour la stimulation calorique et les cellules de type I, sensibles aux hautes fréquences pour le vHIT. [18]

Plusieurs études ont cherché à comparer le vHIT et les épreuves caloriques dans le cadre de différentes atteintes vestibulaires. Comparé au test calorique, le vHIT présente une bonne spécificité (entre 90 et 100%) et une valeur prédictive positive élevée (entre 93 et 100%) pour identifier un déficit canalaire horizontal, cependant la sensibilité est faible (entre 41 et 88%), de même que la valeur prédictive négative (entre 42 et 65%). [19]

Ces résultats montrent qu'il faut un déficit de plus de 50% de la fonction canalaire, mesuré à l'épreuve calorique, pour obtenir une perte de gain suffisante lors du vHIT. Dès lors, un vHIT normal ne permet pas d'exclure un déficit

vestibulaire canalaire et la réalisation du test calorique reste indispensable.

B. L'intérêt oto-neurologique du vHIT en urgence en cas d'un syndrome vestibulaire aigu:

D'après le consensus actuel de la Bárány Society (regroupement d'experts internationaux en neurologie et ORL), les vertiges vestibulaires peuvent être divisés en trois syndromes vestibulaires différents (tab.3).

L'interrogatoire détaillé du patient concernant le début, la durée, les facteurs déclenchants et les co-symptômes permet une classification précise. Malheureusement, les données anamnestiques et la classification ne suffisent pas à distinguer les vertiges bénins des vertiges dangereux.

Lors de la première consultation aux urgences, 35% des accidents vasculaires (AVC) chez les patients souffrant d'un syndrome vestibulaire aigu(SVA) ne sont pas détectés. Par ailleurs, 50% des patients présentant un AVC et un SVA ne présentent aucun symptôme ou signe neurologique focal.

En cas de vertiges d'origine indéterminée, un examen neuroradiologique est bien souvent insuffisant. Au stade aigu, une IRM (imagerie par résonance magnétique) cérébrale n'est à même de mettre en évidence un AVC que dans 80% des cas et seul un AVC sur deux parvient à être détecté en cas d'AVC de petite taille (<1 cm).

**Tableau 3: Classification du syndrome vestibulaire (Newman Toker , Brany society, Buenos Aeros international classification of vestibular disorders (CVD,2014)**

**1-Syndrme vestibulaire aigu:**

Vertiges permanents (plus de 24heures, plusieurs jours à semaines), nystagmus, nausées /vomissements, démarche mal assurée, intolérance au mouvement.

**2-Syndrme vestibulaire intermittent:**

Vertiges transitoires (moins de 24 heures), éventuellement répétitifs, nausées, vomissements, nystagmus, démarche mal assurée, chute etc. Aucun déclencheur (par ex mouvement de la tête /position)

Syndrme vestibulaire positionnel:

Ce syndrome est en principe défini comme un syndrome vestibulaire intermittent. Toutefois, présence d'un déclencheur (par ex.mouvements de la tête /position)

**3-syndrme vestibulaire chronique:**

Vertiges permanents (plusieurs mois à années), oscilloscopie, nystagmus, démarche mal assurée

Ces faits doivent impérativement être pris en compte dans la prise en charge des patients souffrant de vertiges.

Pour cette raison, de nouvelles méthodes diagnostiques sont essentielles [20,21, 22].

La principale question à se poser au cabinet médical est donc de savoir si l'origine est centrale (généralement une lésion du tronc cérébral ou du cervelet) ou périphérique (touchant le labyrinthe ou le nerf vestibulaire).

Le nouveau test en trois étapes «HINTS» occupe une place centrale dans le diagnostic. Cet acronyme signifie Head Impulse, Nystagmus, Test of Skew, correspond à la recherche du réflexe vestibulo-oculaire à haute fréquence, lors d'une impulsion passive de la tête (Head Impulse test), à la mise en évidence d'un nystagmus spontané (Nystagmus), d'une divergence verticale (Test of Skew) (fig.28).

Ce test peut aider à faire la distinction entre une névrite vestibulaire et un AVC vestibulaire. A cet effet, les mouvements oculaires du patient sont examinés.

Grâce à ce test simple, l'examineur peut évaluer des interconnexions complexes entre le système visuel et le système vestibulaire, comme le réflexe vestibulo-oculaire (RVO). Le test «HINTS» a une spécificité de 96% et une grande sensibilité d'environ 98% pour la détection d'un AVC [20].

La figure 10 montre sommairement le fonctionnement et l'interprétation du test «HINTS». Ce test permet d'identifier rapidement les patients qui souffrent de vertiges aigus clairement d'origine périphérique (par ex. en cas de névrite vestibulaire) et ne nécessitent donc pas d'autres examens au stade aigu.

Ces patients peuvent donc sortir de l'hôpital sans IRM. Toutefois, si l'un des tests du «HINTS» révèle des signes évocateurs d'une origine centrale, une cause centrale est à supposer même en cas d'examen d'imagerie négatif. D'autres

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

mesures diagnostiques, prophylactiques et thérapeutiques doivent dès lors être initiées [20,22,23].

Grâce aux dernières techniques, les maladies vestibulaires peuvent être mieux détectées et être traitées de manière plus ciblée. L'utilisation du vHIT qui augmente la sécurité diagnostique du test «HINTS» et facilite considérablement la prise de décision clinique, à l'instar d'un ECG, qui enregistre les mouvements des yeux et de la tête au sein des services d'urgences.

L'utilisation de tels tests «HINTS» quantitatifs pourrait s'avérer particulièrement utile dans le cadre de la prise en charge primaire des patients souffrant de vertiges aigus par les centres de santé, les cabinets ou les hôpitaux régionaux.

Ainsi, les patients devant être adressés à un hôpital central et nécessitant des examens supplémentaires pourraient être identifiés rapidement. Par ailleurs, des examens inutiles pourraient être évités chez les patients présentant un déficit vestibulaire périphérique, et ces derniers pourraient être adressés directement à un médecin ORL [24].

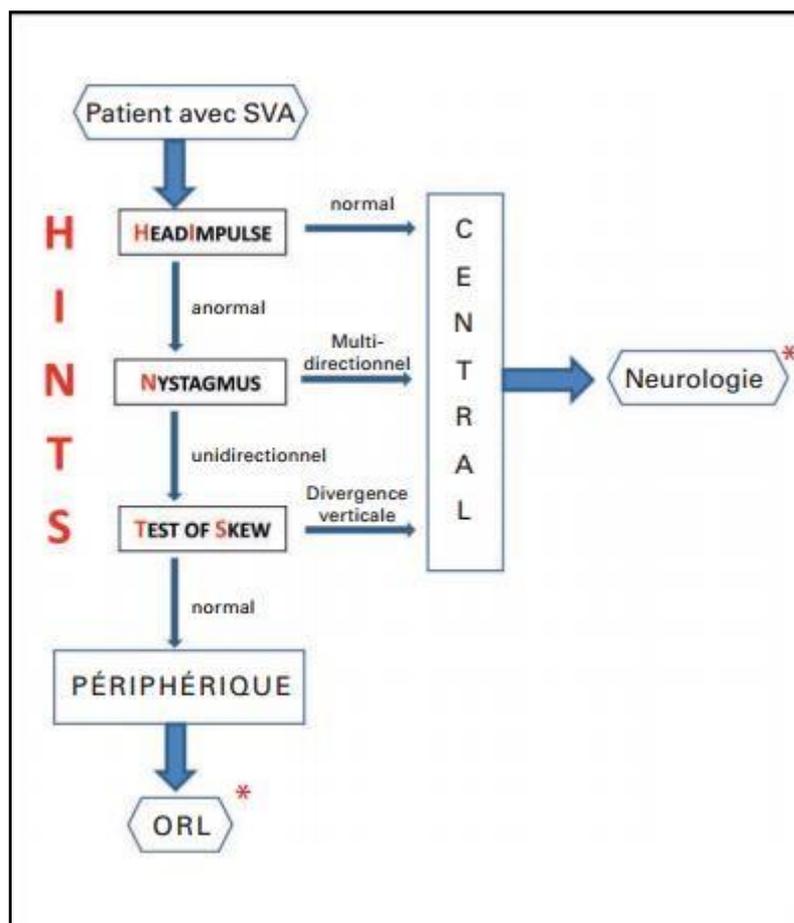


Figure 28: Algorithme de la prise en charge primaire des patients avec SVA.

- Réévaluation par le biais de contrôles du suivi en consultation neuro-otologique recommandée pour tous les cas périphériques et les cas centraux inexpliqués.

Vue que le HIT clinique est une mesure subjective [25], plusieurs études se sont intéressés à comparer le gain du RVO ainsi que les caractéristiques de la saccade de refixation entre les patients présentant un accident vasculaire ischémique pontocérébelleux et les patients présentant une névrite vestibulaire. [24]

On prend l'exemple de l'étude réalisée par l'équipe de Chen et al, publié dans l'american academy of neurology. [26]

Leurs résultats ont fourni des données quantitatives permettant de faire la distinction entre un AVCI ponto-cérébelleux et une névrite vestibulaire en fonction de la présence ou non d'une saccade de refixation compensatoire (covert saccade et les overts saccades) [27,28] ainsi qu'une corrélation anatomo-physiologique entre les différents atteintes ischémiques des territoires vasculaires.

Dans les AVCI du territoire de l'artère cérébelleuse antéro-inférieure (AICA), en plus du déficit du RVO ipsilésionnel, on note aussi un gain contrelésionnel qui est inopinément réduit ce qui pourrait s'expliquer par une atteinte du flocculus. [29]

Notons que l'AICA vascularise le labyrinthe [30], les pédoncules cérébelleux (y compris l'entrée des racines et des noyaux vestibulaires) [31] ainsi que le flocculus.

La sténose de l'AICA est responsable d'un syndrome cochléovestibulaire. [32]

Cet asymétrie du gain est en fonction de l'implication du labyrinthe, des noyaux vestibulaires, du flocculus, dépendante également de l'atteinte de l'AICA superficielle ou profonde.

Ceci explique aussi l'HIT faussement positif dans les AVCI de l'AICA profonde et négatif dans les AVCI de l'AICA superficiel, de l'artère cérébelleuse postéro-inférieure (PICA) et de l'artère cérébelleuse superficielle.

En conséquences, il existe une concordance dans les névrites vestibulaires et

une discordance dans les AVCI.

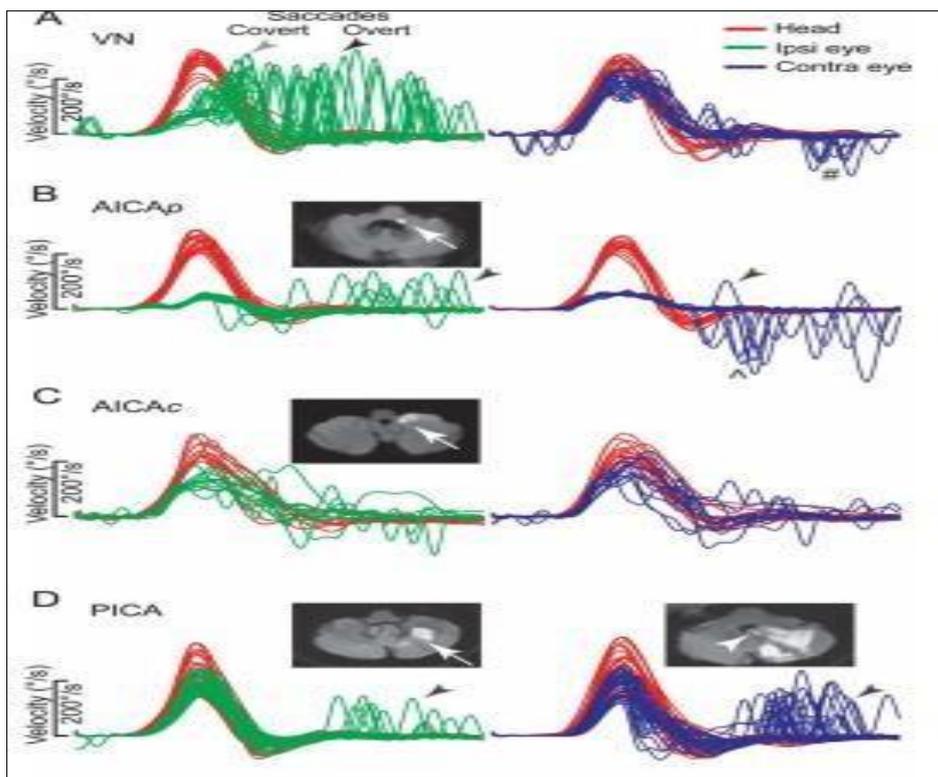
Et les auteurs de travail, on déduit alors (figure 29)

Ce qui est en faveur de signes périphériques (névritiques) :

- La baisse asymétrique du gain
- Des overt-saccades amples
- Des overt-saccades asymétriques

Ce qui est en faveur des signes centraux (ischémiques) :

- La baisse bilatérale du gain
- Des overt-saccades peu amples
- Des overt-saccades symétriques



**Figure 29 : Etude comparative des différents gains du RVO entre les atteintes périphériques et les atteintes centrales .**

### C. L'intérêt diagnostique du vHIT :

#### 1. Dans le déficit vestibulaire ou la névrite vestibulaire :

La névrite vestibulaire ou neuronite vestibulaire (NV) est un déficit vestibulaire périphérique unilatéral brusque isolé, caractérisé par l'apparition soudaine d'un vertige rotatoire intense et prolongé (plusieurs jours) associé à un déséquilibre postural, des nausées et des vomissements, sans atteinte auditive ni autre symptôme neurologique. La NV est la deuxième cause de vertige périphérique après le vertige paroxystique positionnel bénin (VPPB). Elle représente environ 7% des patients consultant pour des vertiges. [33] Le ratio homme-femme est égal. L'âge de prédilection se situe entre 30 et 60 ans, avec un pic entre 40 et 50 ans. Son incidence est comprise entre 1,7 (Royaume-Uni) et 3,5 (Japon) cas/100 000/an.[34]

L'étiologie reste peu claire. Plusieurs hypothèses ont été avancées. La plus communément admise reste une origine virale (primo-infection ou réactivation virale). [35,36] Les autres hypothèses comprennent une origine vasculaire (trouble circulatoire), [37] une réponse immulologique (anticorps circulants), ou une activation du stress cellulaire (génération de NF-kappa B). [38]

Les arguments parlant en faveur d'une origine virale sont une présentation souvent épidémique avec une infection précédente ou concomitante des voies aériennes supérieures dans 30 à 50% des cas. [39]

Des études post-mortem ont révélé une atrophie du nerf vestibulaire et de l'épithélium sensoriel vestibulaire.[40] L'herpès simplex virus type 1 (HSV-1) a été détecté dans certains cas par PCR à l'autopsie sur les ganglions vestibulaires. [41,42] On note par ailleurs une séroconversion pour différents virus (HSV, Epstein-Barr virus, cytomégalovirus, adénovirus, influenza).

Cependant, individuellement, il n'est pas possible de confirmer par sérologie

une infection virale concomitante. Finalement, l'identification histologique et les expérimentations animales d'inoculation du virus faisant la preuve d'une étiologie virale sont non conclusives.

De fait, le VHIT a modifié notre compréhension des déficits vestibulaires aigus, sans toutefois présumer de l'origine virale ou autre, et permet un bilan lésionnel précis, en urgence, avec une durée de réalisation très courte et sans inconfort.

La description de trois nouveaux patterns essentiels de déficit vestibulaire unilatéral (UVL) a émergé et on distingue désormais : (Figure30)

- L'UVL supérieur ou névrite vestibulaire supérieure, correspondant à l'atteinte du nerf vestibulaire supérieur et altérant le RVO des CSC latéral et supérieur ipsilatéraux. L'association avec un déficit utriculaire a été décrite mais ne semble pas constante. Cette forme est de loin la plus fréquente peut-être du fait de la longueur et de l'étroitesse de son canal osseux. Cette forme suspectée par l'existence de syndrome de Lindsay-hemenway, c'est-à-dire l'association « névrite vestibulaire » et canalolithiase postérieure ipsilatérale secondaire est aujourd'hui diagnostiquée instantanément.

- L'UVL inférieur ou névrite vestibulaire inférieure, plus rare et cliniquement plus difficile à identifier, implique le canal postérieur de façon isolée. Cette forme peut être d'origine inflammatoire, mais parfois aussi d'origine ischémique lorsqu'elle s'associe à une hypoacousie brusque notamment dans les aigus. De même, l'atteinte sacculaire attendue n'est pas systématique.

- L'UVL complet affectant les trois canaux d'un même vestibule. Des formes plus originales ou monocanales sont parfois rencontrées, mais aucune publication ne les a répertoriées avec précision . Le VHIT est par ailleurs d'une aide considérable pour détecter et prouver l'existence d'une aréflexie vestibulaire bilatérale. En effet,

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

cette pathologie se caractérise par une absence de vertiges, de nystagmus spontané ou provoqué et par des épreuves cinétiques et caloriques sans prépondérance . La rapidité de ce test en fait un outil essentiel pour le suivi des patients déficitaires au même titre que la vidéonystagmoscopie (VNS).

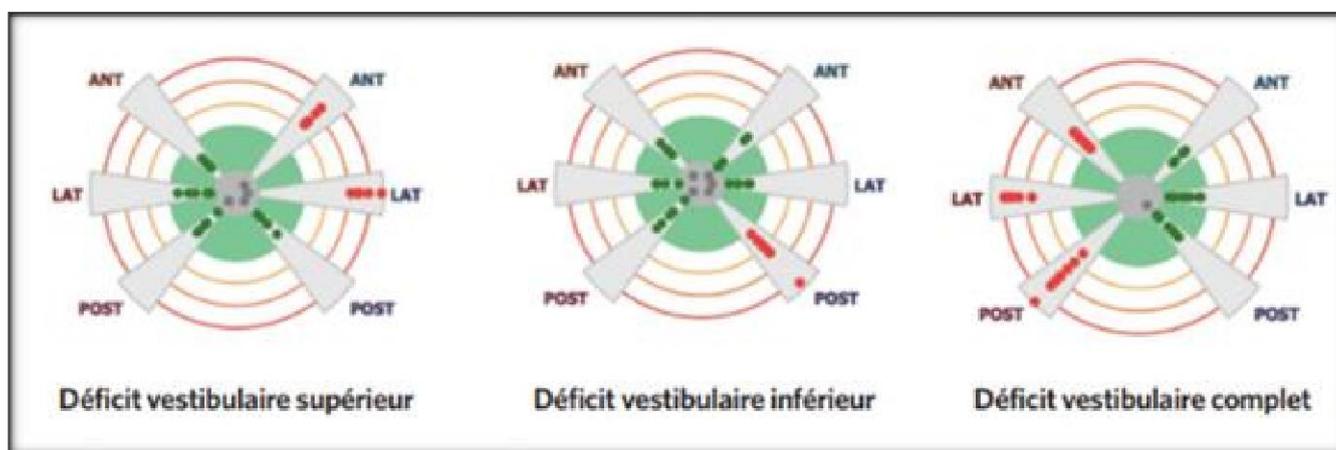


Figure 30 : différentes formes du déficit vestibulaire détectées par le vHIT

2. Dans la maladie de ménière:

Depuis août 2015, la maladie de Ménière (MM) est diagnostiquée selon une définition conjointement publiée par le Classification committee of the Bárány Society, la Japan Society for Equilibrium research, l'European Academy of Otolaryngology and Neurotology (EAONO), le Equilibrium Committee of the American Academy of Otolaryngology–Head and Neck Surgery (AAO–HNS) et la Korean Balance Society [4].

Cette nouvelle définition apporte trois changements majeurs comparée à l'ancienne définition publiée par l'AAO–HNS en 1995 :

- il y a désormais 2 catégories de MM : probable et définie ;
- la surdité de perception doit intéresser les basses et moyennes fréquences ;
- toutes les autres causes de syndrome cochléovestibulaire doivent avoir été éliminées (et donc une IRM réalisée) : diagnostic d'exclusion.

Certains auteurs suggèrent, que pour les MM, le VHIT pourrait être strictement normal [43,44], alors que d'autres auteurs suggèrent que le VHIT pourrait être normal ou anormal, allant de 45 % à 73 % des valeurs normales [45–46].

Ces incohérences entre ces études pourraient peut-être s'expliquer par le fait que les patients les moins sévères pourraient avoir des résultats différents des patients les plus sévères (l'altération du VHIT pourrait survenir plus tardivement que les caloriques au cours de la maladie).

C'est dans cette perspective que plusieurs études ont comparé prospectivement le VHIT aux épreuves caloriques chez des patients atteints d'une forme avancée de MM définie unilatérale.

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

Nous prenons l'exemple de l'étude réalisée par Rubin et al, [47] qui est une étude prospective observationnelle monocentrique, dans un hôpital universitaire, centre de référence, à Paris, France.

Les critères d'inclusion étaient des patients adultes, souffrant d'une MM unilatérale définie (selon la définition d'août 2015) et avancée (évoluant depuis plus d'une année, avec au moins une crise par mois, ou présence de crises de Tumarkin peu importe la fréquence des crises), entre 2013 et 2015. Le diagnostic était posé selon les critères internationaux de MM publiés en août 2015 .

L'audiométrie était réalisée dans une pièce avec isolation sonore, aux fréquences tonales suivantes : 250/500/1000/2000/4000 Hz. La perte auditive moyenne (PAM) était calculée comme suit :  $(\text{Seuil Auditif [SA] } 500 + \text{SA}1000 + \text{SA}2000 + \text{SA}4000)/4$ .

Les critères d'exclusion était l'atteinte bilatérale de MM, les perforations de tympan, n'importe quel antécédent de chirurgie d'oreille moyenne ou interne, antécédent de n'importe quel type de labyrinthectomie (chirurgicale ou chimique) ou labyrinthite, un antécédent de neurotomie vestibulaire, de cophose ou de « delayed vertigo », d'aplasie mineure ou majeure de l'oreille, ou enfin de traumatisme du rocher.

La plupart du temps, les patients consultaient dans notre service en dehors de tout épisode vertigineux. Néanmoins, les patients déjà connus pour une MM définie et unilatérale se présentant au cours d'une crise de vertige subissaient les tests cochléovestibulaires si leur état le permettait.

Chaque patient passait un VHIT et des épreuves caloriques pendant l'examen clinique. Chaque CSC était donc indépendamment étudié à haute

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

fréquence (2-5 Hz) avec une faible amplitude céphalique (10-20°) et à haute vitesse ( $> 120^\circ/s$ ). Le gain était défini par le rapport du mouvement pupillaire sur céphalique, comme suit :  $\text{gain (\%)} = 100 \times \text{RO/RC}$  (rotation oculaire[RO], rotation céphalique [RC]).

Cette étude observait une normalité du VHIT chez 100 % des malades souffrant d'une MM définie unilatérale avancée, alors que seulement 8 % des épreuves caloriques étaient normales.

Cette différence entre VHIT et calorique a déjà été publiée dans la littérature scientifique internationale, mais pas au cours des MM avancées. L'analyse critique de cette littérature montre, chez certaines des publications, des contradictions avec cette étude.

À ce jour, 6 études ont étudié le VHIT au cours de la MM [43-46] et seulement une le fit chez des malades en crise aiguë [46] (Tableau 2).

De plus, aucune de ces études n'utilisait la « nouvelle » définition de MM et certaines de ces études incluaient également les MM possibles et probables (selon les anciens critères de MM de l'AAOHNS), avec pour conséquence un biais d'inclusion.

Les résultats de ces études sont résumés dans tableau 2. Ces incohérences avec certaines publications précédentes pourraient s'expliquer par les faits suivants : dans notre étude, un seuil de 0,64 pour les CSC verticaux était utilisé pour définir la normalité du VHIT ; tous les VHIT étaient réalisés par des cliniciens entraînés ; toutes les impulsions céphaliques avaient une vitesse supérieure à  $120^\circ/s$ , afin d'éviter toute implication du réflexe optocinétique et enfin, tous les patients avaient une MM définie selon la nouvelle définition publiée et donc une IRM réalisée (excluant d'autres causes).

À ce jour, 2 études retrouvent également 100 % de VHIT normaux. Heuberger et al. [43] observèrent 100 % de VHIT normaux dans leur population de MM possible/probable/définie (selon une communication personnelle de l'auteur), en utilisant un seuil de 0,7. McGarvie et al. [44] observent également 100 % de VHIT normaux parmi 22 patients étudiés, mais ne donnent pas les seuils définissant la normalité du VHIT dans leur étude. Concernant l'étude du VHIT en phase aiguë, 3 publications observent une augmentation du gain du RVO. Manzari et van Melle. [48] décrivent le cas d'une femme de 61 ans, en cours de crise de Menière, présentant un gain pour le CSC latéral atteint supérieur à 1 au VHIT. Néanmoins, les valeurs moyennes de chaque oreille (malade et saine) étaient similaires (1,15 vs 1,16), et ceci pose la question de savoir pourquoi une oreille saine présenterait un gain supérieur à 1. Choi et al. [49] ont également rapporté l'observation d'un gain augmenté au cours d'une crise de vertige et précisé qu'en cas de gain augmenté, une saccade de rattrapage était systématiquement observé par le VHIT.

L'augmentation du gain au VHIT a également été décrite à basse fréquence par Maire et al. [50] dans une série de 34 patients atteints d'une MM unilatérale, dont 19 étudié au cours d'une crise de vertige. Durant cette crise, les patients à un stade précoce de MM (< 12 mois) présentaient un gain augmenté (supérieur à 1).

D'un point de vue physiopathologique, la dichotomie entre VHIT et caloriques pourrait s'expliquer par trois hypothèses. Premièrement, le VHIT analyse le gain du RVO pour chacun des 6 CSC, alors que les épreuves caloriques n'étudient que les CSC latéraux.

Deuxièmement, le VHIT étudie les accélérations vestibulaires rapides et donc tout particulièrement le fonctionnement des neurones irréguliers ainsi que des cellules ciliées phasiques de type I.

Le VHIT fournit donc des données bien distinctes de celles apportées par les caloriques, s'intéressant aux accélérations lentes, étudiant la fonction des neurones réguliers et des cellules ciliées de type II. Il s'agit de perspectives différentes de la fonction ampullaire en pratique [51-52].

Certaines expérimentations chez le singe [53] ont montré que les fibres vestibulaires régulières avaient un gain relativement supérieur à basses fréquences et que les fibres irrégulières avaient un gain supérieur à hautes fréquences.

Troisièmement, des données anatomiques et physiologiques peuvent également expliquer la normalité du VHIT et l'anormalité des caloriques au cours d'un hydrops : tout d'abord, l'anatomie de la cupule, avec les cellules ciliées phasiques qui sont moins sujettes à une distorsion endolymphatique du fait de leur position au sommet de la cupule.

Ensuite, le mécanisme on-off des neurones ampullaires (signifiant que lorsque la tête tourne dans le plan d'un CSC, les neurones ampullaires sont stimulés, tandis que les neurones contralatéraux sont inhibés, à cause du flux endolymphatique inversé). Ce mécanisme est impliqué au cours du VHIT et non au cours des épreuves caloriques (la tête ne tournant pas au cours des caloriques).

Cependant, il n'y a pas d'explication permettant de comprendre pourquoi ce mécanisme induirait un VHIT normal au cours de la MM et pas au cours d'une pathologie périphérique non hydropique (névrite vestibulaire

par exemple). Et enfin, le modèle hydrostatique, évoqué par certains auteurs [50-54]. McGarvie et al. [54] ont suggéré que la dysfonction enregistrée au cours du calorique dans l'oreille affectée résulterait de l'expansion hydropique du canal endolymphatique et non d'un déficit neurosensoriel.

Dans ce modèle, d'une part, les épreuves caloriques sont anormales au cours de la MM car l'expansion hydropique du labyrinthe endolymphatique conduit à un courant endolymphatique non convectif. D'autre part, le gain du RVO au VHIT serait normal car le VHIT n'implique aucun courant endolymphatique convectif. Cette dilatation endolymphatique dans un CSC a d'ailleurs été observée dans un CSC latéral en IRM par Gurkov et al. [55].

Un VHIT normal pendant une crise de vertige signifierait que, au cours d'un hydrops, les cellules ciliées phasiques pourraient fonctionner. D'un point de vue physiopathologique, l'hydrops semblerait préserver le fonctionnement des neurones phasiques (type I, avec un potentiel de repos de  $-70$  mV), mais altérer celui des neurones toniques (type II, avec un potentiel de repos plus élevé [ $-45$  mV], les fibres étant différentes).

Donc, un VHIT normal associé à des épreuves caloriques anormales au cours d'un syndrome cochléovestibulaire pourrait orienter le clinicien vers un hydrops plutôt qu'une pathologie vestibulaire neurosensorielle périphérique (conservation du fonctionnement des neurones phasiques = hydrops ?). Contrairement à un VHIT anormal, qui pourrait orienter vers une pathologie plus dégénérative (impliquant une atteinte des neurones toniques et/ou des fibres nerveuses à décharge régulière, par exemple une névrite vestibulaire).

Ceci a également été évoqué par Manzari et al. [56], pour qui l'association d'un VHIT normal avec des épreuves caloriques anormales

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

pourrait même devenir un critère diagnostique de MM ou de tout autre pathologie impliquant un hydrops (ex : labyrinthite). De plus, l'utilisation du VHIT dans des services d'urgences ORL pourrait être particulièrement utile pour distinguer une névrite vestibulaire d'une labyrinthite ou d'une MM puisque le VHIT serait normal dans ces dernières.

Ce travail a retrouvé 100 % de VHIT normaux chez des patients atteints de MM définie unilatérale avancée, avec la majorité des caloriques anormaux et ceci même en phase aiguë. Il semble en outre très intéressant de comparer VHIT et caloriques chez des patients souffrant d'hydrops pour étudier notamment la physiopathologie de l'hydrops et ses implications sur le fonctionnement cellulaire de l'ampoule d'un CSC. Si elle est confirmée par davantage d'études, notamment chez des patients atteints de MM à un stade moins avancé, l'association VHIT normal avec épreuves caloriques anormales pourrait devenir un critère intéressant pour étayer un diagnostic d'hydrops, comme dans le cas d'une MM débutante par exemple, après une première crise (deux crises étant nécessaires

#### D. L'intérêt thérapeutique du vHIT : (figure 31)

Quelques études se sont intéressées à l'étude de la réflectivité vestibulaire haute fréquence après chirurgie canalaire ou labyrinthectomie chimique en soulignant l'intérêt de la réalisation d'un vHIT en post-opératoire.

On prend l'exemple de l'étude de Lorin et al [56] , qui est une étude rétrospective concernant 22 patients opérés entre janvier 2004 et novembre 2012 pour vertiges positionnels paroxystiques bénins (VPB) dans 8 cas, maladie de Ménière (MAM) dans 8 cas et déhiscence du canal semi-circulaire, supérieur (DCS) dans 6 cas. La durée d'évolution de la pathologie avant chirurgie était de 42,5 mois (valeurs de 6 à 120).

La chirurgie a consisté à un colmatage (COL) du canal semi-circulaire (CSC) concerné dans 19 cas et à une neurectomie singulaire (SIN) dans 3 cas. Le COL a concerné 7 CSC horizontaux, 6 CSC postérieurs, 6 CSC supérieurs. La SIN a concerné 3 CSC postérieurs. Le délai d'évolution après chirurgie était de 41,8 mois (valeurs de 3 à 108).

L'évaluation de la réflectivité des CSC a été faite pour les hautes fréquences par vHIT et vidéonystagmographie pour les basses et moyennes fréquences. La satisfaction des patients a été évaluée par échelle visuelle analogique (EVA). Les symptômes par échelle symptomatique (ES).

L'âge moyen des patients était de 53,2 ans (valeur de 32 à 77). Le sex-ratio de 9 femmes pour 13 hommes. Les résultats symptomatiques après chirurgie ont été évalués à 40,18 % au vertigo symptom scale (normale 13,46 %), 42,54 % au dizziness handicap inventory (normale 1,46 %) et 46,45 % au short form 36 (normale 16,73 %). La satisfaction de 6,22/10 était corrélée au résultat symptomatique.

Plus les patients étaient satisfaits moins ils avaient de symptômes résiduels.

Tous les CSC sains avaient au VHIT un gain normal ou supra-normal (gain moyen à 0,83) Tous les CSC opérés avaient au VHIT un gain infra-normal et abaissé (gain moyen à 0,57) ( $p < 0,001$  test de Wilcoxon). Sans différence significative de gain entre les CSC horizontaux, postérieurs ou supérieurs Il n'y avait pas de corrélation entre le gain obtenu, sa réduction et les bons résultats symptomatiques, la satisfaction du patient.

La rééducation du patient n'a pas semblé modifier le gain et les résultats symptomatiques. Le type de pathologie (VPB, MAM, DCS) non plus. Parcontre l'âge des patients influence le résultat et le gain canalaire au VHIT ( $p < 0,05$  Mann and Whitney).

Les auteurs ont conclu à ce que la chirurgie des CSC diminue significativement et durablement la réflectivité haute fréquence mesurée par le VHIT.

Le VHIT n'est pas une exploration prédictive de résultat symptomatique de cette chirurgie mais trouve sa place dans le suivi de la récupération fonctionnelle post-opératoire de nos patients et dans leur prise en charge.

On retrouve également de études récentes a propos de l'intérêt thérapeutique du vHIT dans la compensation vestibulaire qui se sont intéressés à des groupes de patients présentant un déficit vestibulaire compensé, et les résultats ont objectivés une production de covert saccades (correction de la difference de Vitesse) a la place des overts saccades (correction des erreurs de position).

L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

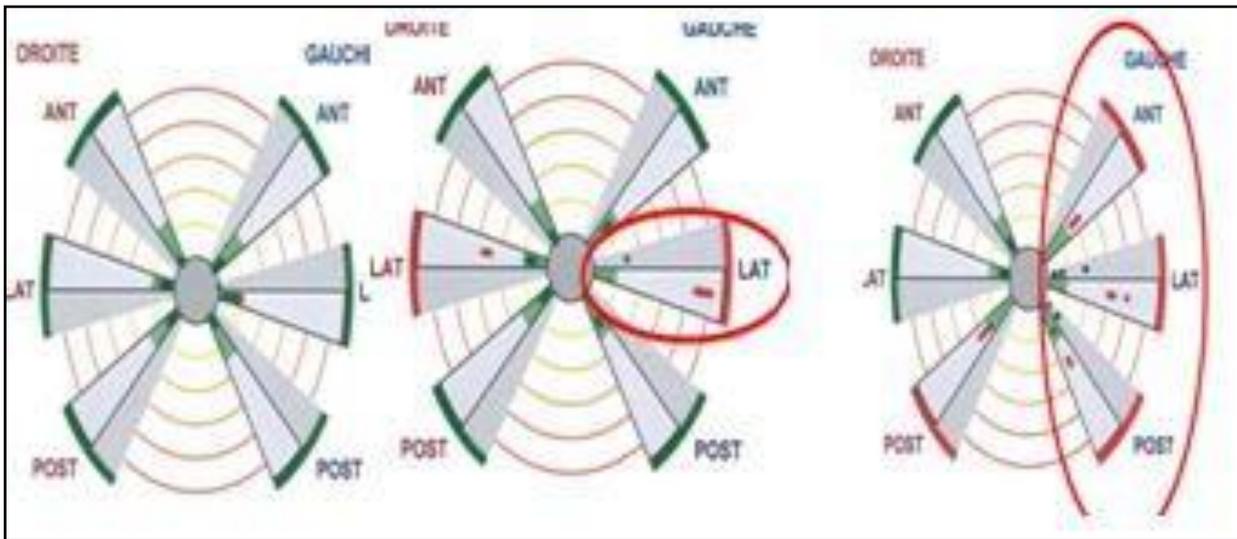


Figure 31 :le suivi de l'évolution d'une labyrinthectomie chimique.

# CONCLUSION

## L'intérêt du vidéo head impulse test dans la prise en charge du patient vertigineux :

---

Le vHIT s'intègre à la prise en charge moderne d'un patient vertigineux. C'est un outil diagnostique rapide et spécifique d'évaluation de la fonction vestibulaire canalaire aux hautes fréquences.

Il s'appuie sur un test clinique le HIT (head impulse test) décrit il y a près de 30 ans par une équipe australienne Halmagyi et Curthoys .

Celui-ci repose sur la capacité d'un canal semi-circulaire de coder une information de rotation via le réflexe vestibulo-oculaire (RVO) pour modifier la position de l'œil dans l'orbite et stabiliser ainsi en temps réel l'image sur la rétine. Cette stabilisation s'opère durant le mouvement de tête dans le plan du canal semi-circulaire interrogé.

Il permet donc d'interroger individuellement les trois canaux semi-circulaires de chaque oreille et trouve sa place aussi bien aux urgences qu'au cabinet médical.

De fait, le VHIT a modifié notre compréhension des déficits vestibulaires aigus, sans toutefois présumer de l'origine virale ou autre, et permet un bilan lésionnel précis, en urgence, avec une durée de réalisation très courte et sans inconfort.

A travers ce travail, basée sur notre jeune expérience et une revue de la littérature, on a pu mettre en évidence son intérêt à la fois diagnostique et thérapeutique.

Néanmoins, son utilisation peut nécessiter une courbe d'apprentissage importante et son manque de sensibilité dans le diagnostic d'un déficit canalaire impose de compléter l'examen clinique par une épreuve calorique en cas de vHIT normal.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Halmagyi GM, Curthoys IS. A clinical sign of canal paresis. Arch Neurol 1988;45:737-9.
- [2] Ulmer E, Chays A. Curthoys and halmagyi Head Impulse Test: an analytical device. Ann Otolaryngol Chir Cerevicofac 2005;122:84-90.
- [3] MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, et al. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. Neurology 2009;73:1134-41
- [4] AWST, HALSWANTERT, HALMAGYIGM, et al. Three-dimensional vector analysis of the human vestibuloocular reflex in response to high-acceleration head rotations. I. Responses in normal subjects. J Neurophys 1996;76:4009-20.
- [5] Ito M. Cerebellar control of the vestibulo-ocular reflex around the flocculus hypothesis. Annu Rev Neurosci 1989 ;5 : 275-286.
- [6] Vidal PP, Benazet M. La genèse du nystagmus vestibulaire, un modèle d'étude privilégié pour l'étude du SNC des vertébrés supérieurs. In : Berthoz A, Vidal PP éd. Noyaux vestibulaires et vertiges. Paris : Arnette, 1993 : 7-29
- [7] Yakushin SB, Raphan T, Suzuki JI, Aral Y, Cohen B. Dynamics and kinematics of the angular vestibulo-ocular reflex in monkey: effects of canal plugging. J Neurophysiol 1998 ; 80 : 3077-3099.
- [8] Zee DS, Tusa RJ, Herdman SJ, Buttler PH, Gucer D. Effects of occipital lobectomy upon eye movements in primate. J Neurophysiol 1981 ; 46 : 883-907
- [9] Hirvonen TP, Pyykko I, Aalto H, Juhola M. Vestibulo-ocular reflex function as measured with the head autorotation test. Acta Otolaryngol 1997 ; 117 : 657-662.
- [10] Melvill Jones G, Berthoz A, Segal B. Adaptive modification of the vestibulo-ocular reflex by mental effort in darkness. Exp Brain Res 1984 ; 56 : 149-153.

- [11] Grossberg S, Roberts K, Aguilar M, Bullock D. A Neural model of multimodal adaptative saccadic eye movement control by superior colliculus. *J Neurosci* 1997;17: 9706–9725
- [12] Allum JH, Honegger F. Interactions between vestibular and proprioceptive inputs triggering and modulating human balance–correcting responses differ across muscles. *Exp Brain Res* 1998 ; 121 : 478–494.
- [13] Gauthier GM, De Sperati V, Tempia F, Marchetti E, Strata P. Influence of eye motion on adaptative modifications of the vestibulo–ocular reflex in the rat. *Exp Brain Res* 1995 ; 103 : 393–401.
- [14] MAGNUSSON M, KARLBERG K, HALMAGYI I, HAFSTRÖM A. The video–impulse test enhances the possibility of detecting vestibular lesions. *J Vest Res* 2002;11:231.
- [15] ULMER E, MAGNAN J, CHAYSA. Aréflexie vestibulaire bilatérale : une notion toute relative. *Ann Otolaryngol Chir Cerv Fac* 2002; 119:216–26.
- [16] CREMER P D, HALMAGYI I, AWST, et al. Semicircular canal plane head impulses detect absent function of individual semicircular canals. *Brain* 1998;121:699–716.
- [17] Tranter–Entwistle P, Dawes CL, Darlington PF, Smith N. Cutfield. Video head impulse in comparison to caloric testing in unilateral vestibular schwannoma. *Acta Otolaryngol* 2016 (136)
- [18] LA McGarvie IS, Curthoys HG, MacDougall GM. Halmagyi. What does the dissociation between the results of video head impulse versus caloric testing reveal about the vestibular dysfunction in Ménière's disease?. *Acta Otolaryngol* 2015 (135)

- [19] Alhabib I. Saliba Video head impulse test: A review of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017 (274)
- [20] Tarnutzer AA, Berkowitz AL, Robinson KA, et al.: Does my dizzy patient have a stroke? A systematic review of bedside diagnosis in acute vestibular syndrome. *CMAJ* 2011;183:E571Y92.
- [21] Saber Tehrani AS, Kattah JC, Mantokoudis G et al.: Small strokes causing severe vertigo: frequency of false-negative MRIs and nonlacunar mechanisms. *Neurology* 2014 Jul 8;83(2):169-73.
- [22] Kattah JC, Talkad AV, Wang DZ et al.: HINTS to diagnose stroke in the acute vestibular syndrome: three-step bedside oculomotor examination more sensitive than early MRI diffusion-weighted imaging. *Stroke* 2009;40(11):3504-10.
- [23] Mantokoudis G, Tehrani AS., Wozniak A .etal.: VOR gain by head impulse video-oculography differentiates acute vestibular neuritis from stroke. *Otol Neurotol* 2015 36(3):457-65.
- [24] Newman-Toker DE, Saber Tehrani AS, Mantokoudis G et al.: Quantitative video-oculography to help diagnose stroke in acute vertigo and dizziness: toward an ECG for the eyes. *Stroke* 2013;44:1158Y61
- [25] Jorns-Haderli M, Straumann D, Palla A. Accuracy of the bedside head impulse test in detecting vestibular hypofunction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007;78:1113-1118.
- [26] L. Chen, MD, M . Todd, M Biomed E, Gabor M. Halmagyi, MD Swee Aw, Head impulse gain and saccade analysis in pontine-cerebellar stroke and vestibular neuritis, 2014 American Academy of Neurology.

- [27] Cnyrim CD, Newman-Toker D, Karch C, Brandt T, Strupp M. Bedside differentiation of vestibular neuritis from central "vestibular pseudoneuritis". *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008;79:458-460.
- [28] Newman-Toker DE, Kerber KA, Hsieh YH, et al. HINTS outperforms ABCD2 to screen for stroke in acute continuous vertigo and dizziness. *Acad Emerg Med* 2013;20: 986-996.
- [29] Park HK, Kim JS, Strupp M, Zee DS. Isolated floccular infarction: impaired vestibular responses to horizontal head impulse. *J Neurol* 2013;260:1576-1582.
- [30] Kim JS, Lopez I, DiPatre PL, Liu F, Ishiyama A, Baloh RW. Internal auditory artery infarction: clinicopathologic correlation. *Neurology* 1999;52:40-44.
- [31] Kim HJ, Lee SH, Park JH, Choi JY, Kim JS. Isolated vestibular nuclear infarction: report of two cases and review of the literature. *J Neurol* 2014;261:121-129
- [32] Lee H, Kim JS, Chung EJ, et al. Infarction in the territory of anterior inferior cerebellar artery: spectrum of audiovestibular loss. *Stroke* 2009;40:3745-3751.
- [33] M \*\* Strupp VC Zingler V Arbusow Methylprednisolone, Valacyclovir or the combination for vestibular neuritis. *N Engl J Med* 2004 (351)
- [34] T Sekitani Y Imate T Noguchi Vestibular neuronitis : Epidemiological survey by questionnaire in Japan. *Acta Otolaryngol Suppl* 1993 (503)
- [35] RR Gacek MR Gacek The three faces of vestibular ganglionitis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002 (111)
- [36] RR Gacek MR Gacek Vestibular neuronitis : A viral neuropathy. *Adv Otorhinolaryngol* 2002 (60)

- [37] WG Hemenway JR Lindsay Postural vertigo due to unilateral sudden partial loss of vestibular function. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1956 (65)
- [38] SN Merchant JC Adams JB Nadol Pathology and pathophysiology of idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol* 2005 (26)
- [39] RW Baloh V Honrubia *Clinical neurophysiology of the vestibular system* 2001
- [40] HF Schuknecht K Kitamura Vestibular neuritis. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1981 (90)
- [41] Y Furuta T Takasu S Fukuda Latent herpes simplex virus type 1 in human vestibular ganglia. *Acta Otolaryngol Suppl* 1993 (503)
- [42] V Arbusow P Schulz M Strupp Distribution of herpes simplex virus type 1 in human geniculate and vestibular ganglia : Implication for vestibular neuritis. *Ann Neurol* 1999 (46)
- [43] Heuberger M, Saglam M, Todd NS, et al. Covert anti-compensatory quick eye movements during head impulses. *PloS One* 2014;9:e93086.
- [44] McGarvie LA, Curthoys IS, MacDougall HG, et al. What does the dissociation between the results of video head impulse versus caloric testing reveal about the vestibular dysfunction in Menière's disease? *Acta Otolaryngol* 2015;135:859-65.
- [45] Blodow A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris Nasus Larynx* 2013;40:348-51.
- [46] Lee SU, Kim HJ, Koo JW, et al. Comparison of caloric and head-impulse tests during the attacks of Menière's disease. *Laryngoscope* 2017;127702-8

- [47] F. Rubin, F. Simon, B. Verillaud Comparaison entre le Video Head Impulse Test (VHIT) et les épreuves caloriques dans la maladie de Menière définie unilatérale à un stade avancé Annales françaises d'oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale 135 (2018) 166-169.
- [48] Manzari L, MacDougall HG, Burgess AM, et al. New, fast, clinical vestibular tests identify whether a vertigo attack is due to early Meniere's disease or vestibular neuritis. Laryngoscope 2013;123:507-11.
- [49] Choi JY, Kim JS, Jung JM, et al. Reversed corrective saccades during head impulse test in acute cerebellar dysfunction. Cerebellum 2014;13:243-7.
- [50] Maire R, van Melle G. Vestibulo-ocular reflex characteristics in patients with unilateral Menière's disease. Otol Neurol 2008;29:693-8.
- [51] Curthoys IS, Halmagyi GM. Vestibular compensation. Adv Otorhinolaryngol 1999;55:82-110.
- [52] Li H, Dokas LA, Godfrey DA, et al. Remodeling of synaptic connections in the deafferented vestibular nuclear complex. J Vestib Res 2002;12:167-83.
- [53] Haque A, Angelaki DE, Dickman JD. Spatial tuning and dynamics of vestibular semi-circular canal afferents in rhesus monkeys. Exp Brain Res 2004;155:81-90.
- [54] McGarvie LA, Curthoys IS, MacDougall HG, et al. What does the head impulse test versus caloric dissociation reveal about vestibular dysfunction in Menière's disease? Ann N Y Acad Sci 2015.

- [55] Manzari L, MacDougall HG, Burgess AM, et al. New, fast, clinical vestibular tests identify whether a vertigo attack is due to early Meniere's disease or vestibular neuritis. *Laryngoscope* 2013;123:507-11.
- [56] P. Lorin, J. Sircoglou , C. Vincent Video head impulse test et chirurgie vestibulaire canalaire, *Annales françaises d'oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale* 131 (2014) A29-A68.
- [57] Kingma, H., & van de Berg, R. (2016). Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. *Handbook of Clinical Neurology*, 137, 1-16