

L'exploration de la stabilisation du regard par le VHIT et l'AVD, et sa rééducation.

SFKV 2015 Lille

Ch. VAN NECHEL¹
A. GRIMBERT²

¹Unité de Neuro-Ophthalmologie- CHU Erasme -
Bruxelles

¹Unité Troubles de l'Equilibre et Vertiges – CHU
Brugmann – Bruxelles

¹Université Libre de Bruxelles

¹Clinique des Vertiges – Dizzy-Care - Bruxelles

¹I.R.O.N. Paris

²WATTRELOS

²TOURNAI



Harfang des neiges, Québec



Stabilisation du regard sur l'environnement

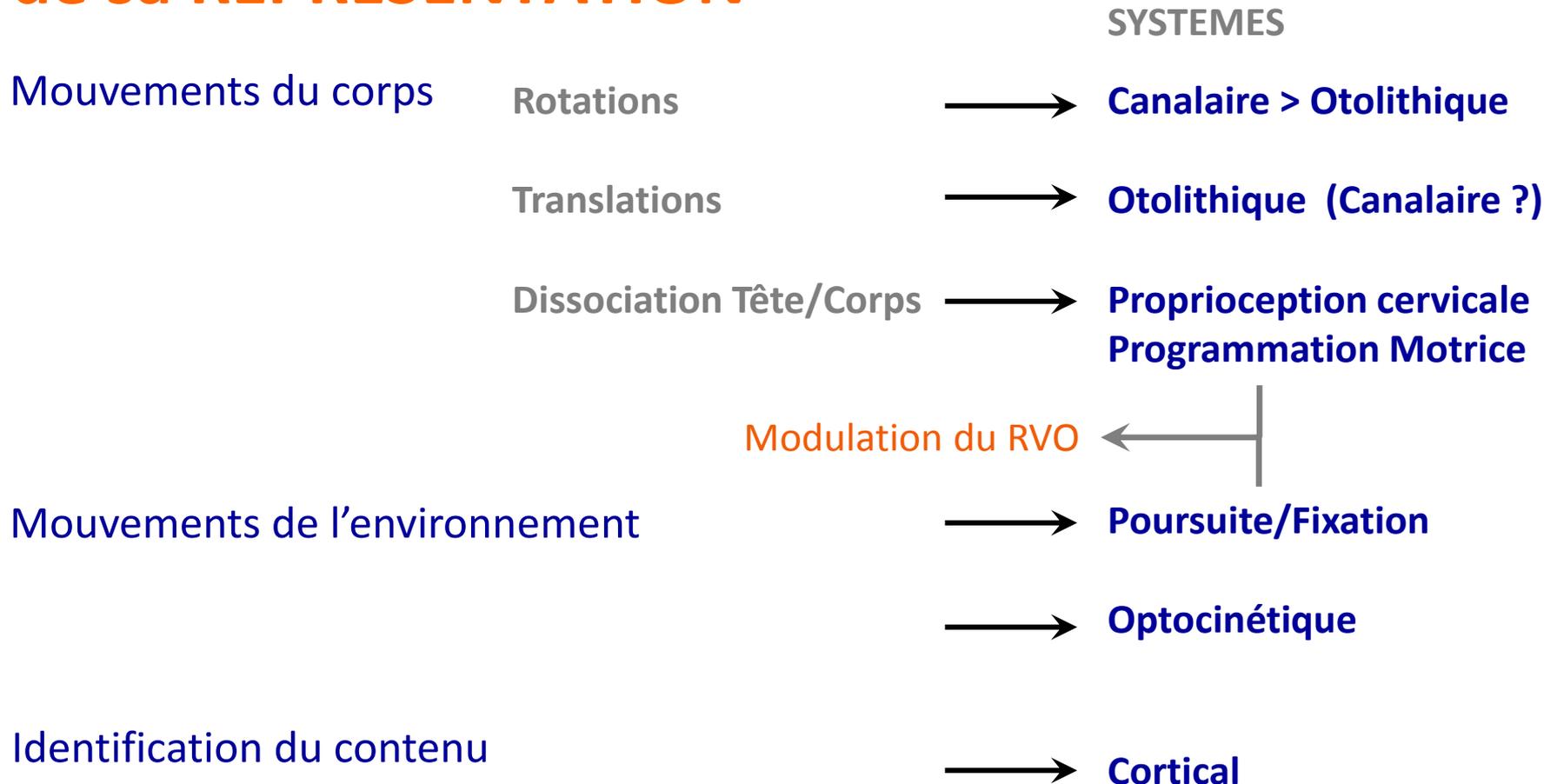
Non dépendante de la vision



The Vestibular system of the Owl. Keneth Money, 1972



STABILISATION de l'environnement VISUEL et de sa REPRESENTATION



LE TEST IMPULSIONNEL DE LA TÊTE (VHIT)



Vitesse de tête : 100-300°/sec.

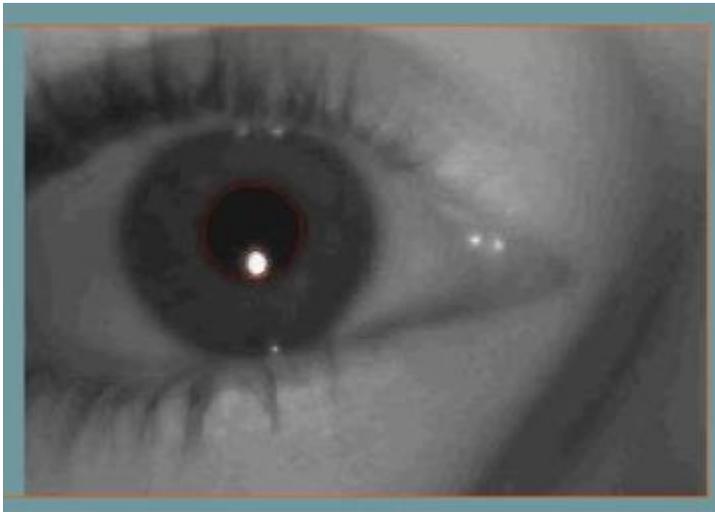
EyeSeeCam
Interacoustics



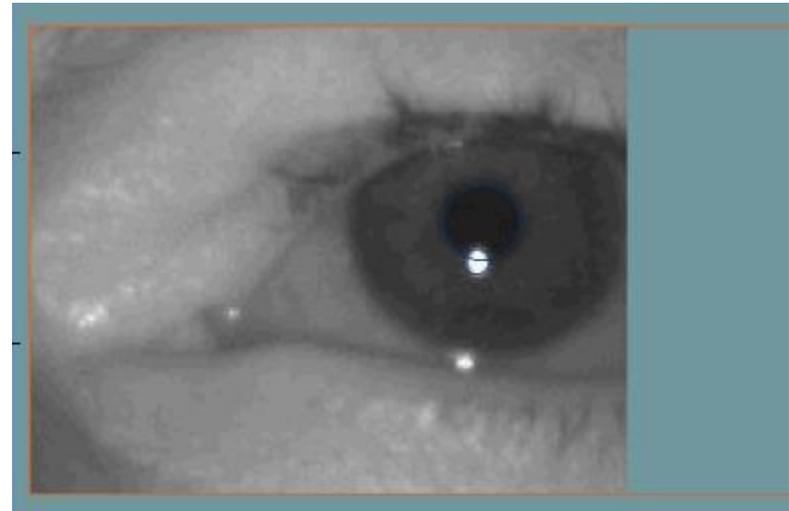
Le test impulsif de la tête

VHIT
Synapsys

Réflexe Vestibulo-oculaire
NORMAL



Réflexe Vestibulo-oculaire
DEFICITAIRE



L'Acuité Visuelle Dynamique

OSCILLOPSIES Si glissement rétinien $> 1.67 - 4$ deg/sec



AVD Framiral

A N W Y **B** N W Y

O C M R O C M R

W V I T W V I T

G E H W G E H W

K



QUE MESURENT-ILS ?

VHIT

- Efficacité des réflexes vestibulo-oculaires.
- La présence de saccades de rattrapage.
- Exprimée par un GAIN et la présence de saccades

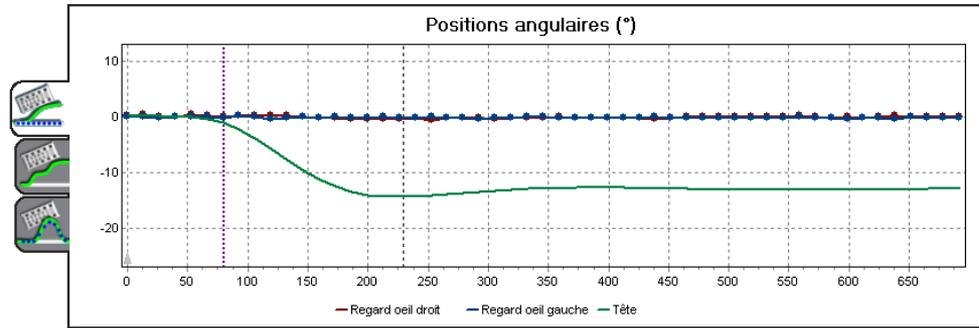
AVD

- Capacité d'identifier un objet visuel pendant un mouvement de la tête.
- Exprimée par la différence d'acuité visuelle entre tête fixe et tête en mouvement.
- Stabilisation du regard + traitement cortical



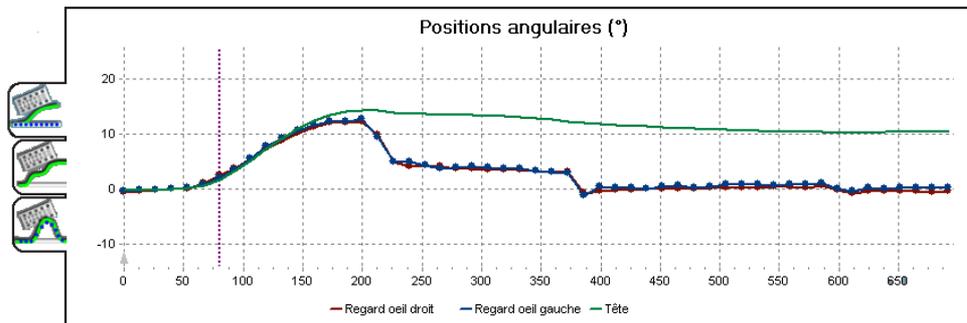
Le test impulsif de la tête

Séquence 1/34 : Gain VOR = 0,97



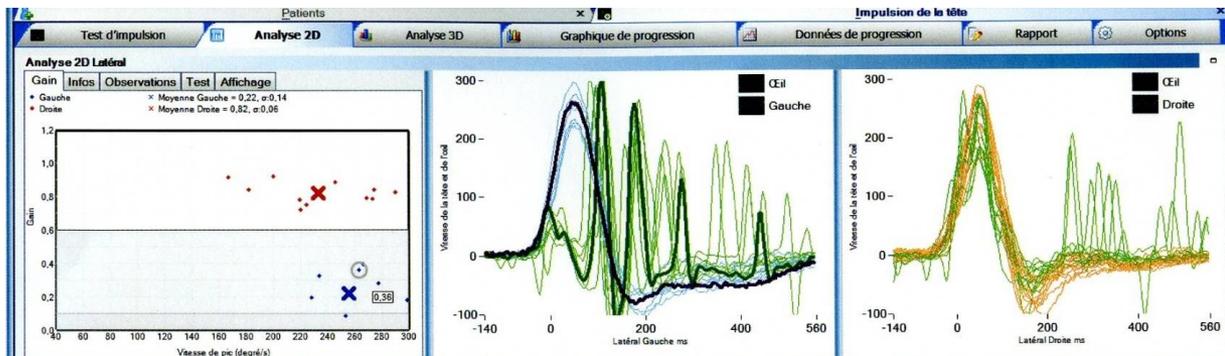
Œil stable

Séquence 6/56 : Gain VOR = 0,15



Œil emporté

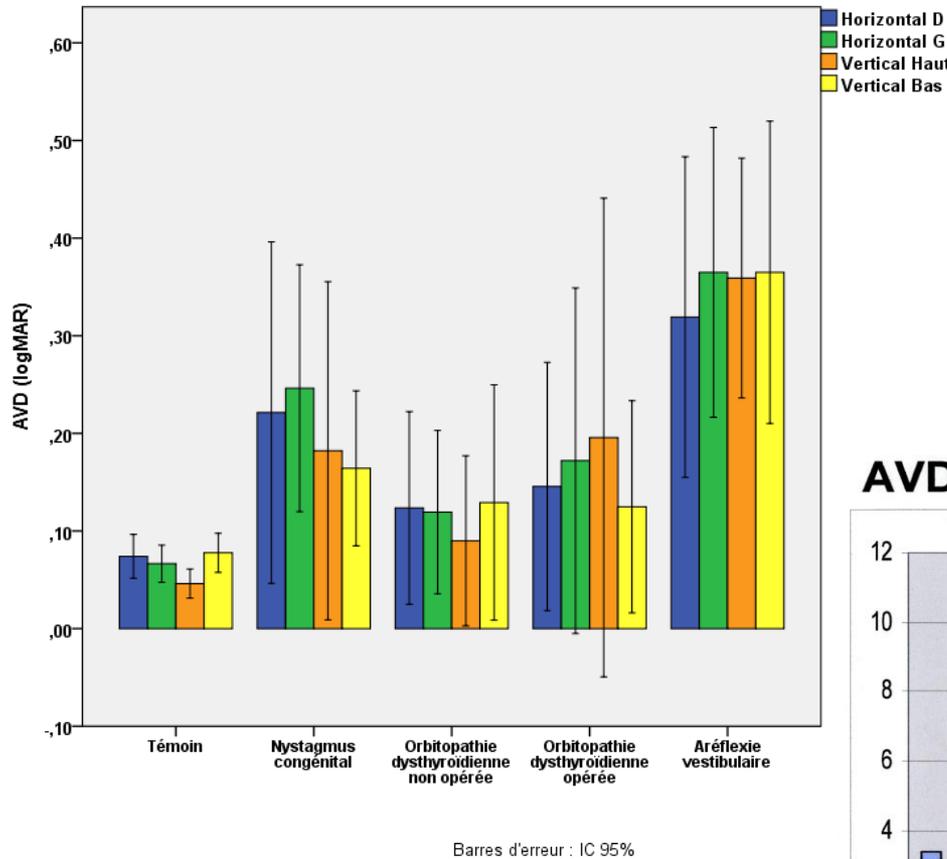
VHIT Synapsys



Otometrie

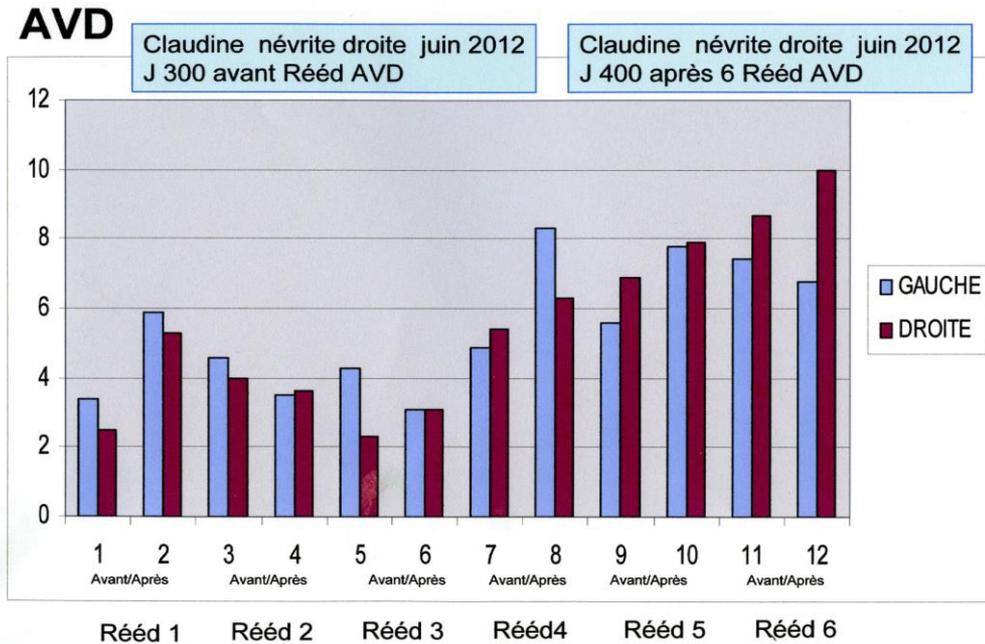


L'Acuité Visuelle Dynamique



Buruklar H, Van Nechel C., 2013

Progression avec l'entraînement
Réduction des oscillopsies

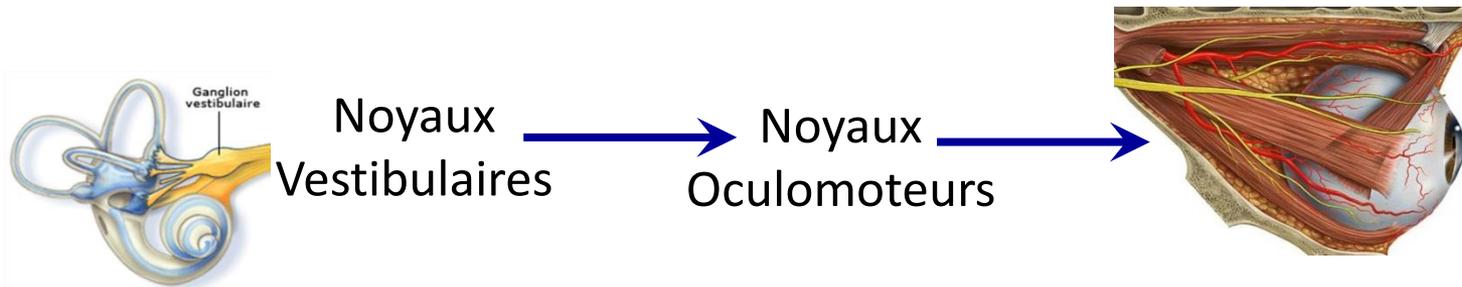


Toupet, 2013



La stabilisation du regard est-elle seulement l'expression du réflexe tri-neuronal ?

1. Distance du stimulus et port de lunettes.
2. Modulation centrale

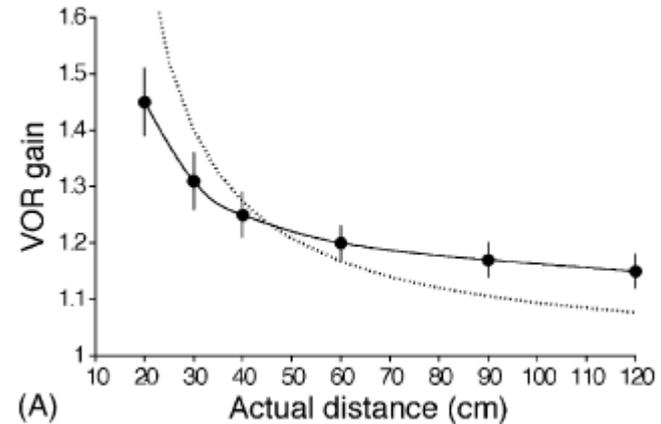
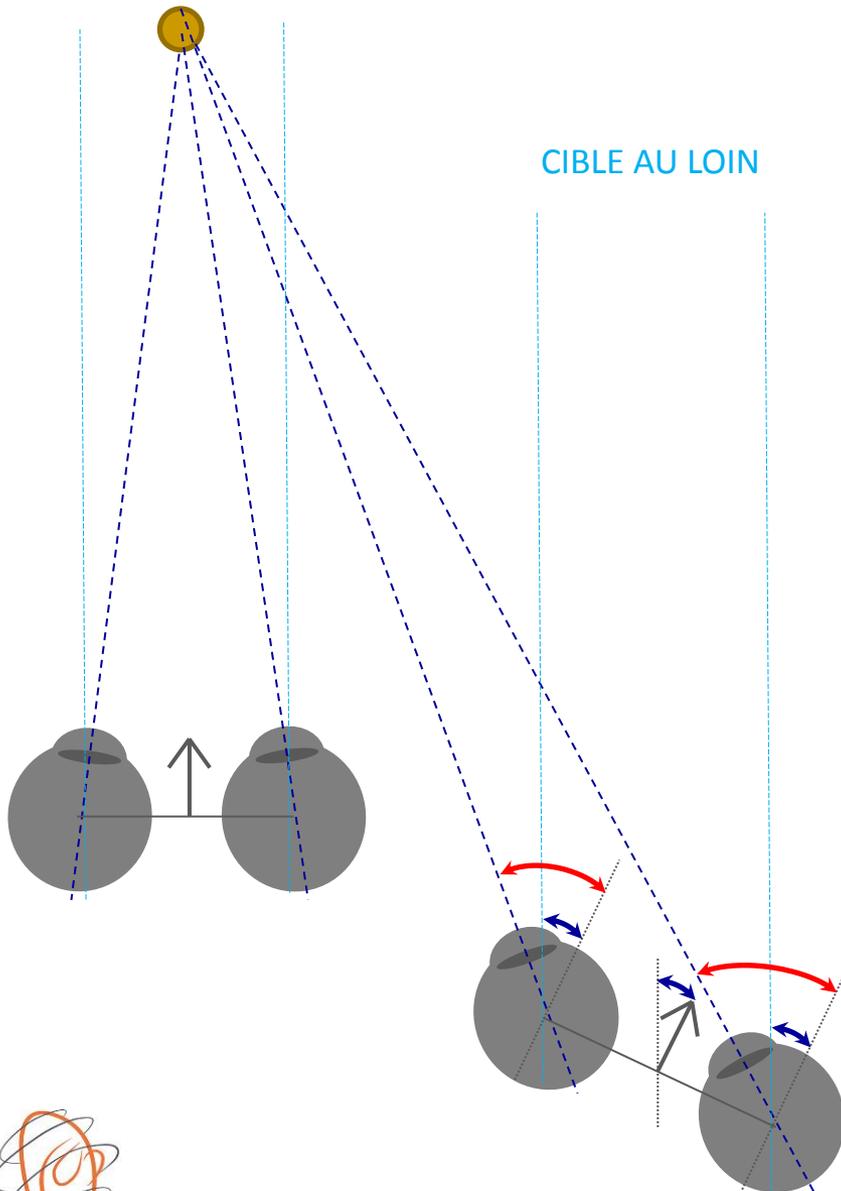


Adjustment of the vestibulo-ocular reflex gain as a function of perceived target distance in humans

Gilles Clément*, Fernanda Maciel

Neuroscience Letters 366 (2004) 115–119

CIBLE AU LOIN



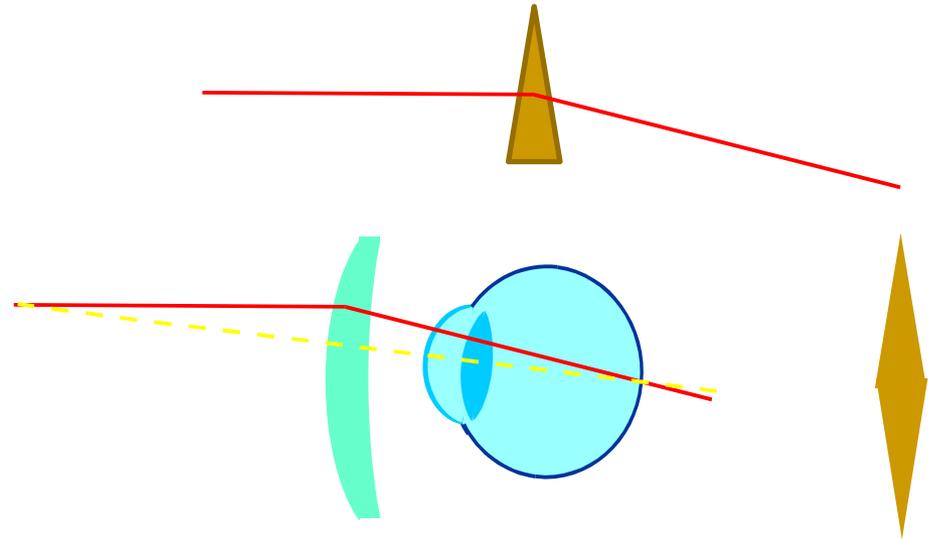
Distance > 1.2 m limite la nécessité de la correction de près en AVD.



EFFETS PRISMATIQUES DES VERRES CORRECTEURS

Correction

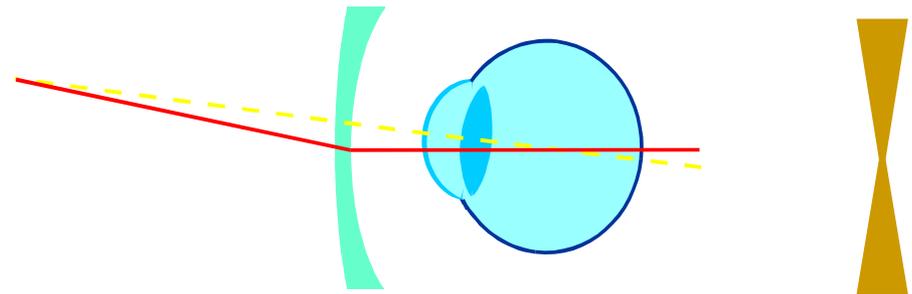
Myope Hypermétrope



Gain Hypermétrorique > 1

Déviatiou astigmatique

Correction
Astigmatique
de +3



Gain Myopique < 1



The correlation between the vestibulo-ocular reflex and multi-focal ocular correction: implications for vestibular compensation

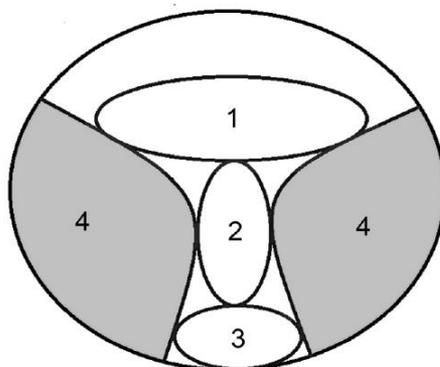
Elias Michaelides, MD*, Christopher A. Schutt, MD

AMERICAN JOURNAL OF OTOLARYNGOLOGY-HEAD AND NECK MEDICINE AND SURGERY 35 (2014) 572-576

Table 1 – Mathematical modeling of progressive lens.

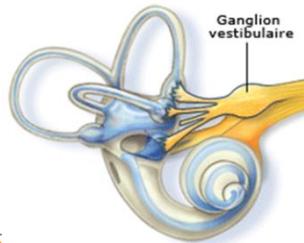
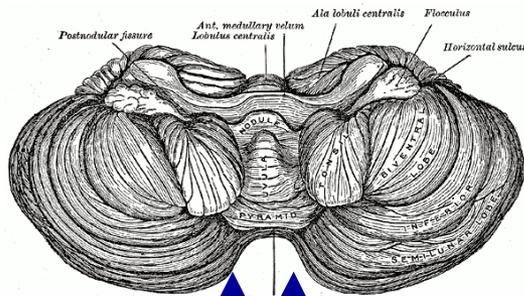
Base Diopter (Diopter of most superior aspect of lens)	Diopter	Ocular rotation need for lateral gaze of 30°	Ocular gain need for lateral gaze of 30°	Difference in ocular rotation from most superior diopter	Difference in VOR gain from most superior diopter	Percent change in VOR gain from superior most diopter
+1	+1	30.768°	1.0256	0°	0	0%
+1	+1.5	31.167°	1.0389	.399°	.0133	1.297%
+1	+2	31.578°	1.0526	.81°	.027	2.633%
+1	+2.5	32.007°	1.0666	1.239°	.041	4%
+1	+3	32.43°	1.0810	1.662°	.0554	5.401%
+1	+3.5	32.874°	1.0958	2.106°	.0702	6.845%
+1	+4	33.333°	1.1111	2.565°	.0855	8.327%
+1	+4.5	33.804°	1.1268	3.036°	.1012	9.867%
+1	+5	34.287°	1.1429	3.519°	.1173	11.437%
+1	+5.5	34.783°	1.1592	4.015°	.1336	13.027%

Progressive Lens Anatomy



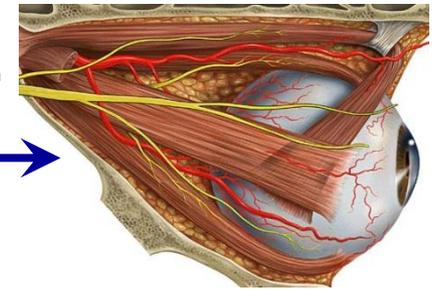
Réflexes Vestibulo-oculaires

Noyau
Prepositus
Hypoglossi



Noyaux
Vestibulaires

Noyaux
Oculomoteurs

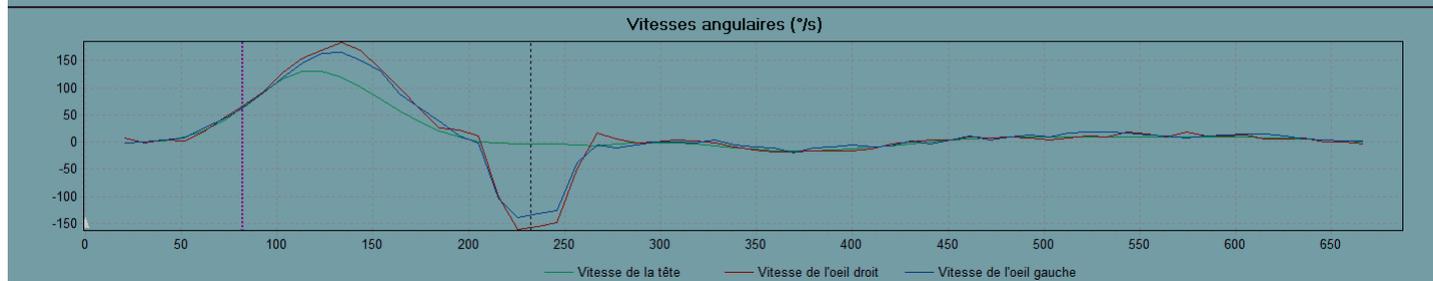


Dysinhibition cérébelleuse



Dr Charlotte HAUTEFORT

Séquence 74/92 : Gain VOR = 1,00



Reversed Corrective Saccades during Head Impulse Test in Acute Cerebellar Dysfunction

Jeong-Yoon Choi • Ji-Soo Kim • Jin-Man Jung •
Do-Young Kwon • Moon Ho Park • Chulhan Kim •
June Choi

Cerebellum
DOI 10.1007/s12311-013-0535-2



MESSAGES

1. Modulation du gain par le cervelet.
2. Aspects méthodologiques :

Gain > 1 si cible trop proche, risque de masquer un déficit.

Les lunettes changent le gain \rightarrow temps d'adaptation.

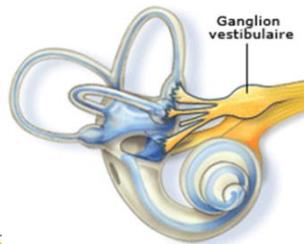
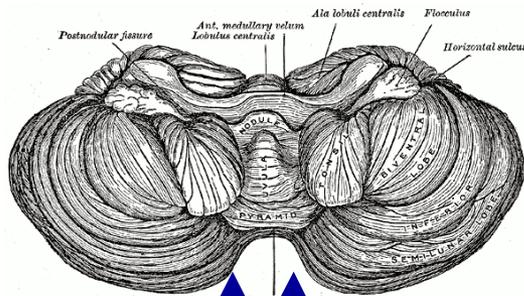


Réflexes Vestibulo-oculaires

MODULATION CENTRALE

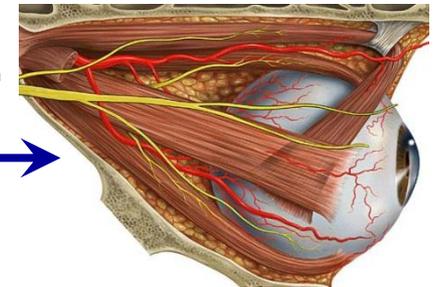
Ex : RVO + cible mobile
Inhibition du RVO

Noyau
Prepositus
Hypoglossi



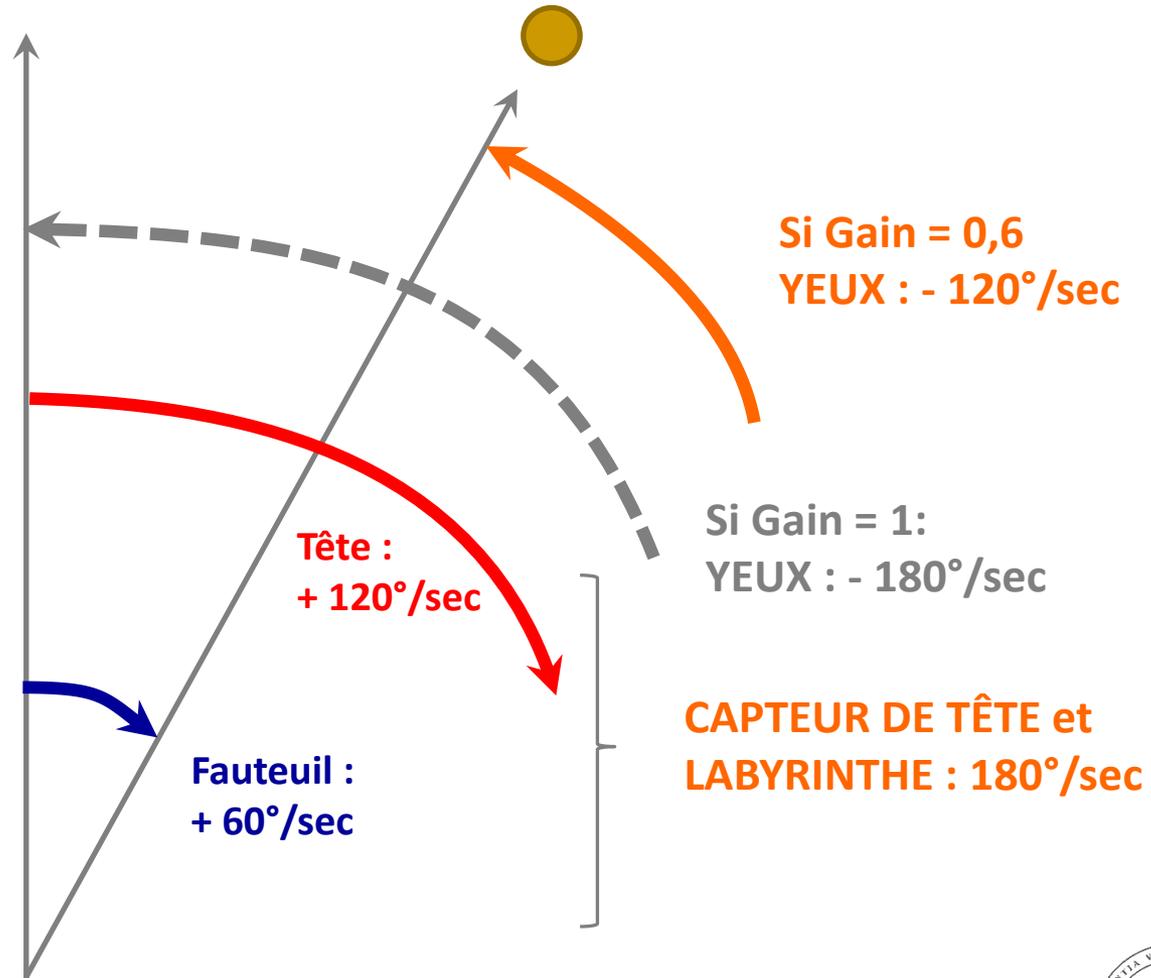
Noyaux
Vestibulaires

Noyaux
Oculomoteurs



VHIT Per-ROTATOIRE

● U. DUQUESNE, JM ALEXANDRE, Ch VAN NECHEL

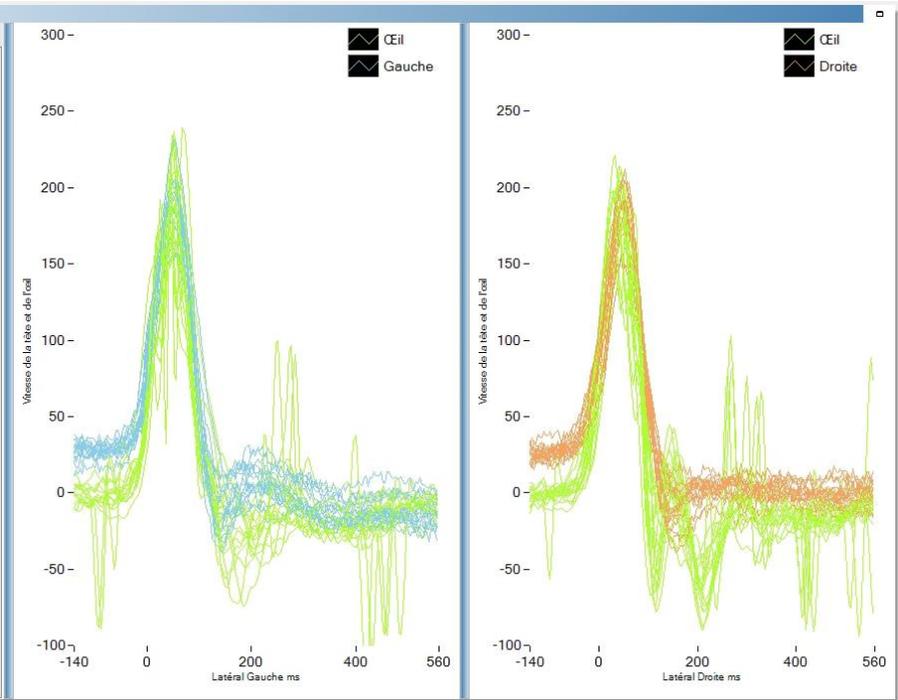
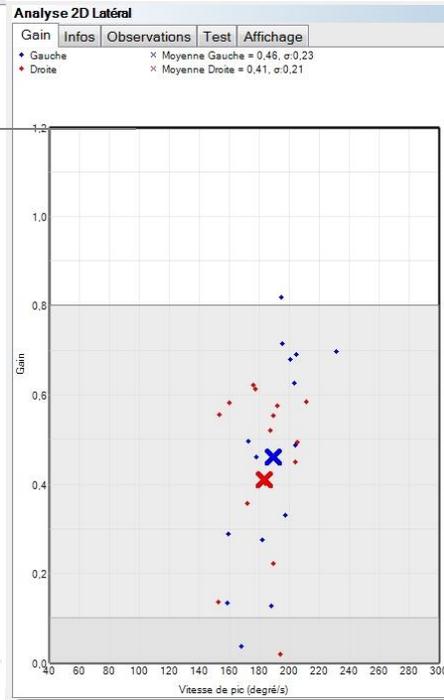
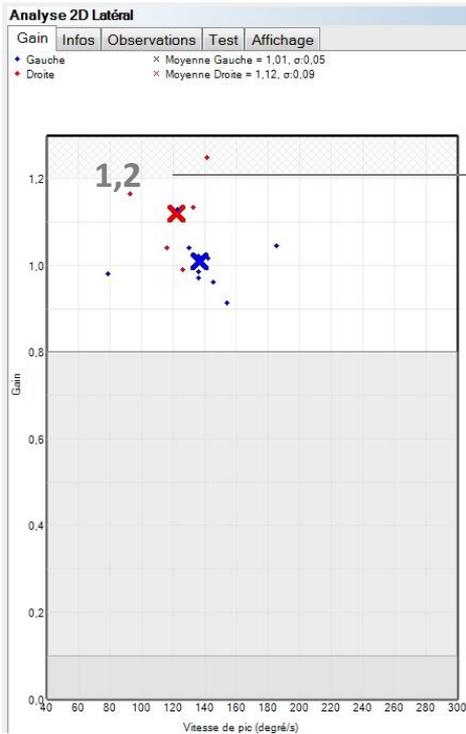


VHIT Per-ROTATOIRE

U. DUQUESNE, JM ALEXANDRE, Ch VAN NECHEL

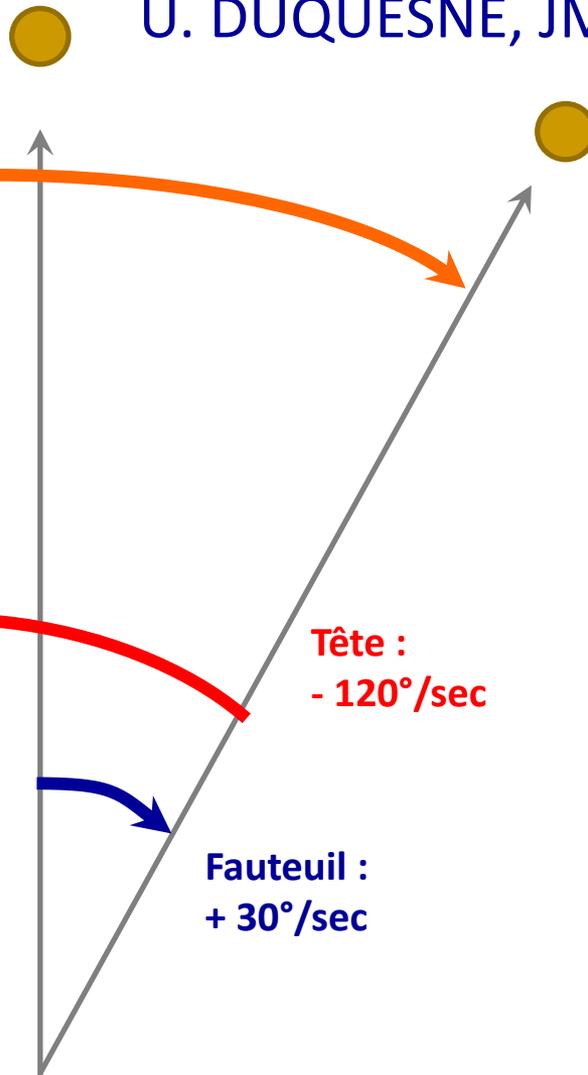
PRE-ROTATOIRE

PER-ROTATOIRE IPSILATERAL



VHIT Per-ROTATOIRE

U. DUQUESNE, JM ALEXANDRE, Ch VAN NECHEL



Si Gain = 1:
YEUX : - 90°/sec

Si Gain = 1,6
YEUX : + 150°/sec

Tête :
- 120°/sec

Fauteuil :
+ 30°/sec

CAPTEUR DE TÊTE et
LABYRINTHE : 90°/sec

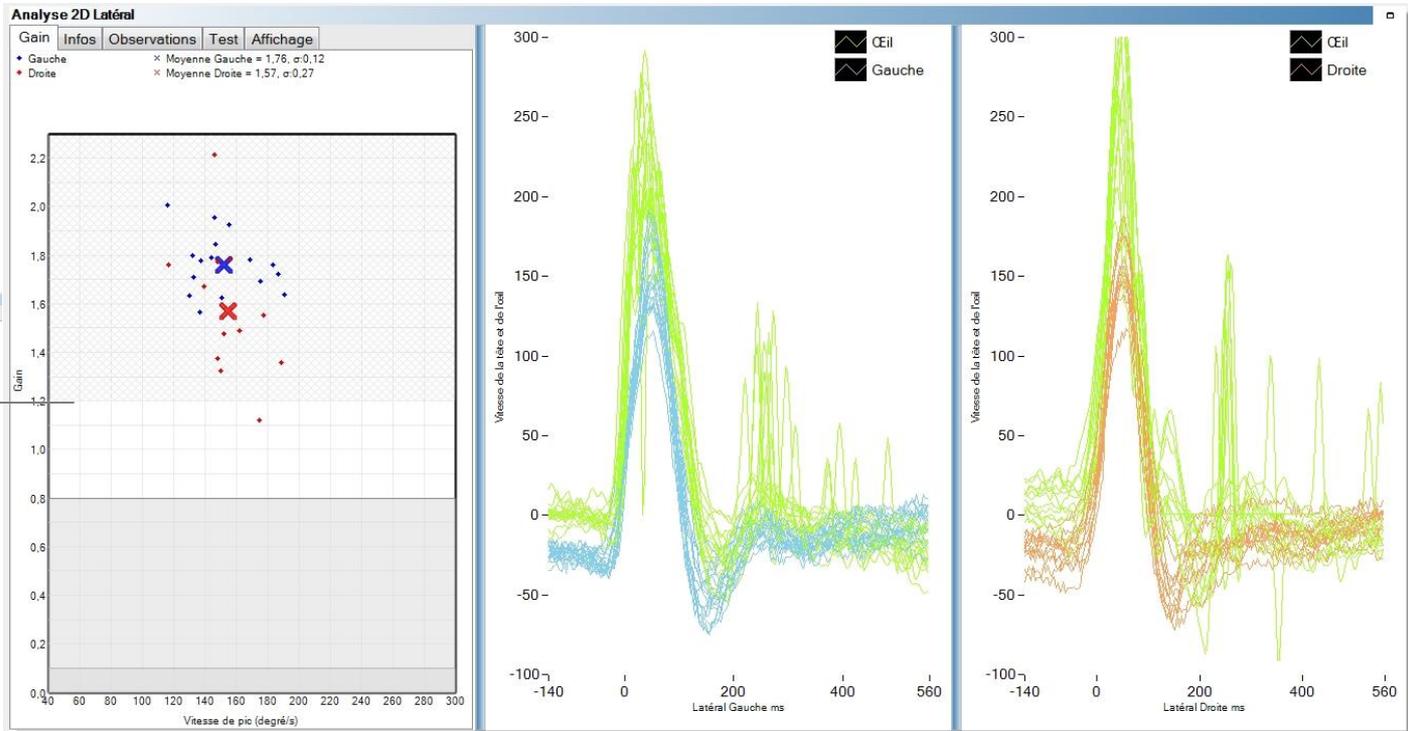


VHIT Per-ROTATOIRE

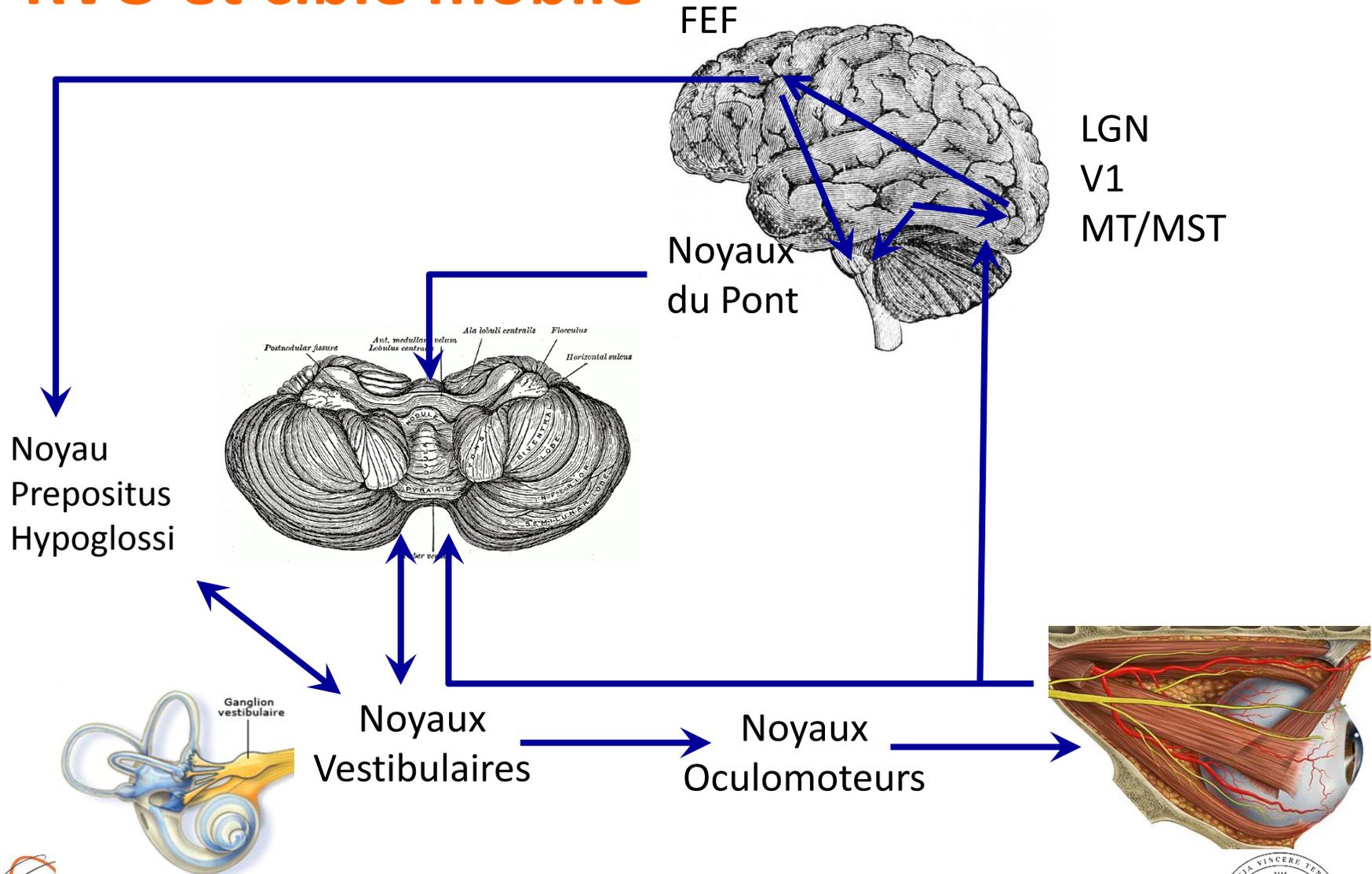
U. DUQUESNE, JM ALEXANDRE, Ch VAN NECHEL

PRE-ROTATOIRE

PER-ROTATOIRE CONTROLATERAL



RVO et cible mobile



MESSAGES

1. Modulation du gain par le cervelet et les structures corticales.
2. Aspects méthodologiques :

Gain > 1 si cible trop proche, risque de masquer un déficit.

Les lunettes changent le gain \rightarrow temps d'adaptation.



L'ŒIL EST-IL SUFFISAMMENT STABLE POUR UNE VISION EFFICACE ?

DYNAMIC VISUAL ACUITY: A TEST FOR OSCILLOPSIA AND VESTIBULO-OCULAR REFLEX FUNCTION

Joseph L. Demer, M.D., Ph.D.,¹ Vicente Honrubia, M.D.,¹ and Robert W. Baloh, M.D.²

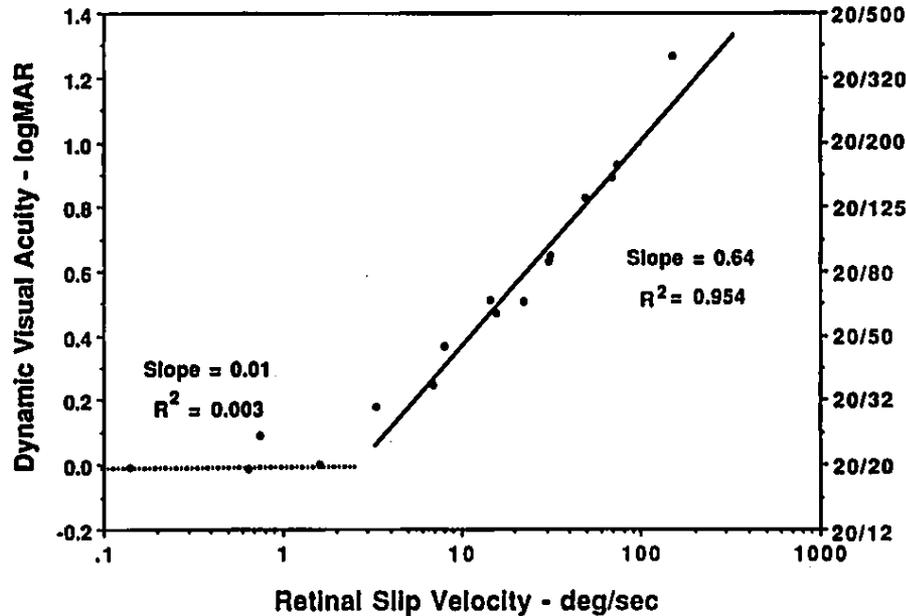
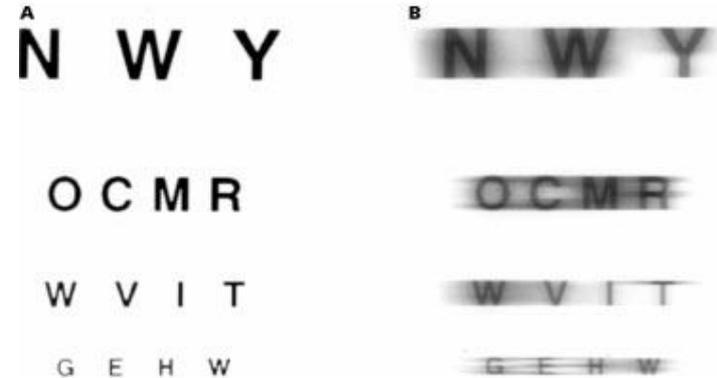


Figure 7. Relationship between normalized DVA and retinal image velocity in normal control subjects, combining data for moving optotypes and for the moving head. Retinal slip velocity ≤ 2 degrees per second does not degrade acuity, whereas greater slip velocity produces a predictable acuity decrement.

Glissement rétinien < 1.67 - 4 deg/sec

Dell'Osso LF. Acta Neurol Belg. 1991;91(2):105-13.



Visual Resolution as Measured by Dynamic and Static Tests*

VERONICA M. READING

Department of Physiological Optics
Institute of Ophthalmology, London, England

Received January 12, 1972

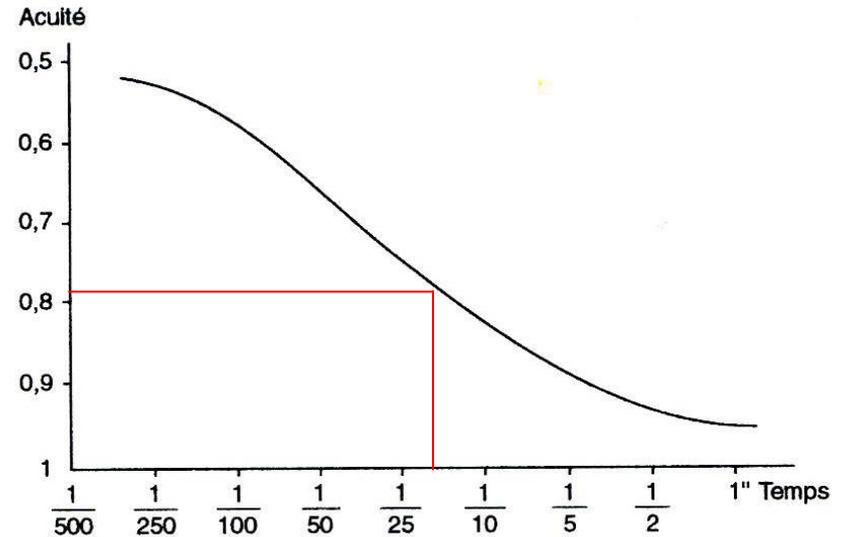
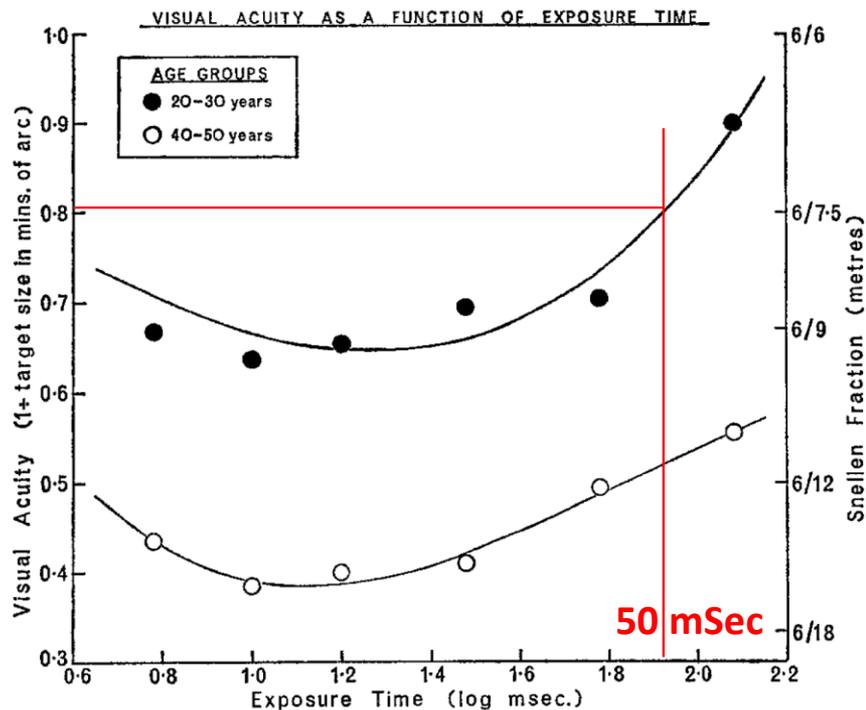
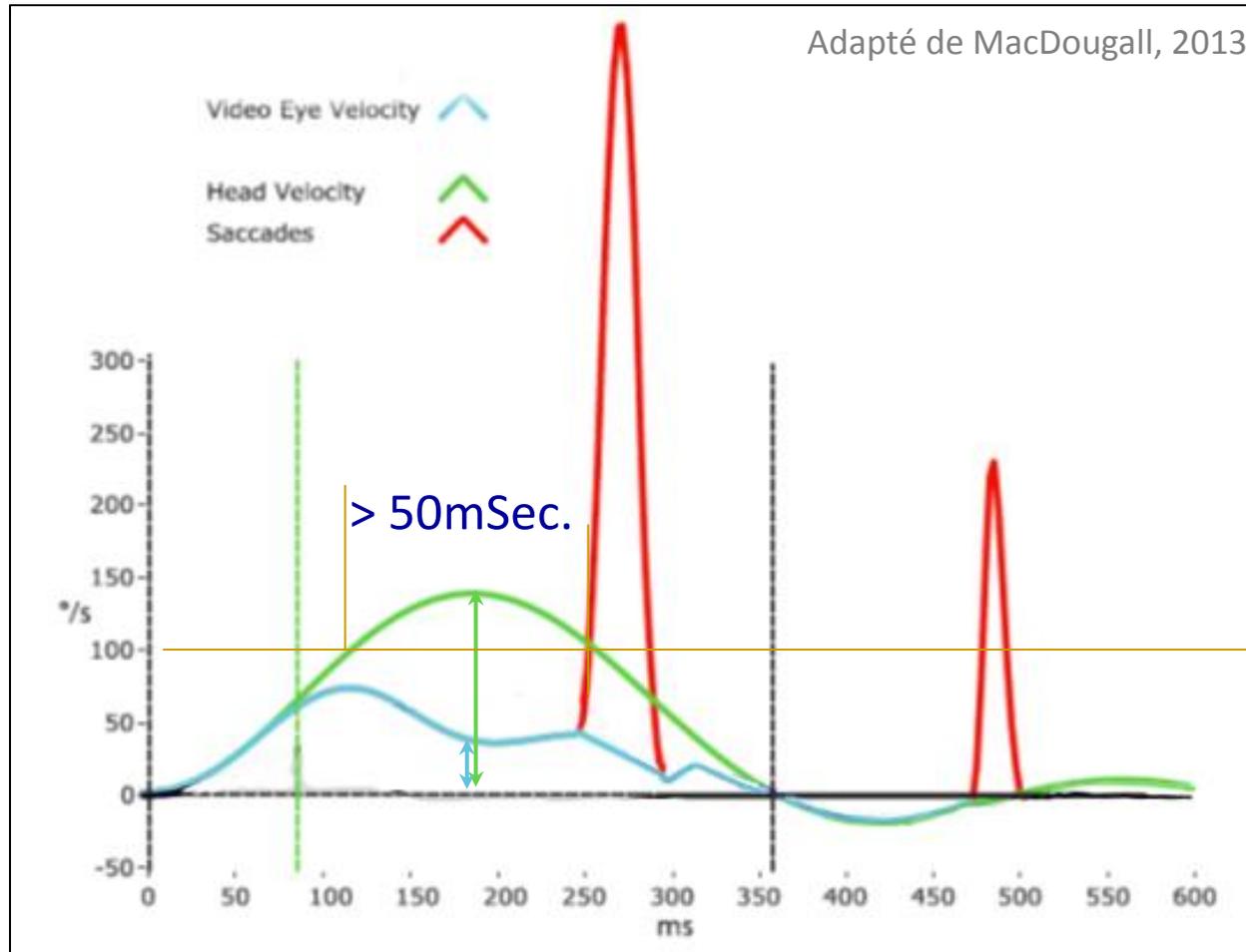


FIG. 7-8. — Variation de l'acuité en fonction du temps d'exposition (d'après Zanen et Klaassen-Nanquin, extrait de CORBE *et al.* [18]).

La détérioration cognitive accentue la perte d'AV.
Augmentation possible du temps de présentation en AVD



AVD = Image stable pendant le mouvement

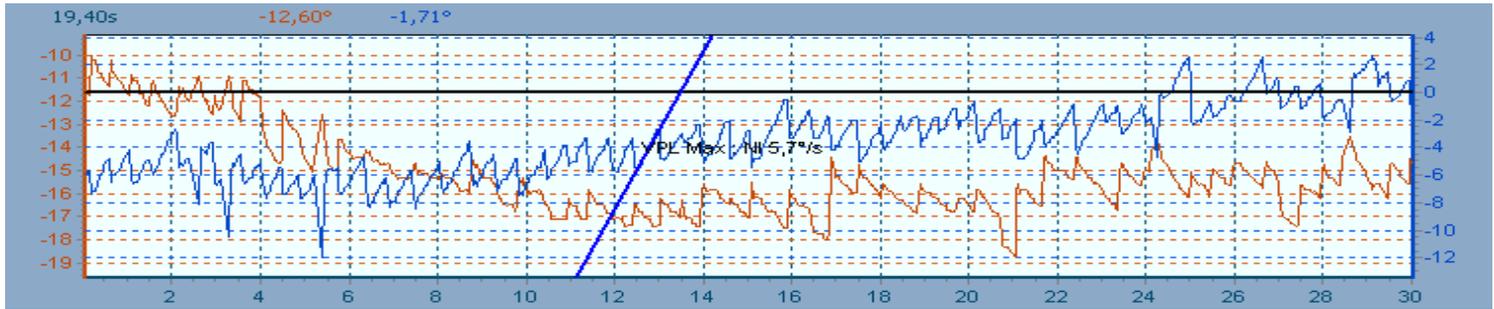


A aucun moment la vitesse de l'œil n'est équivalente à celle de l'œil.



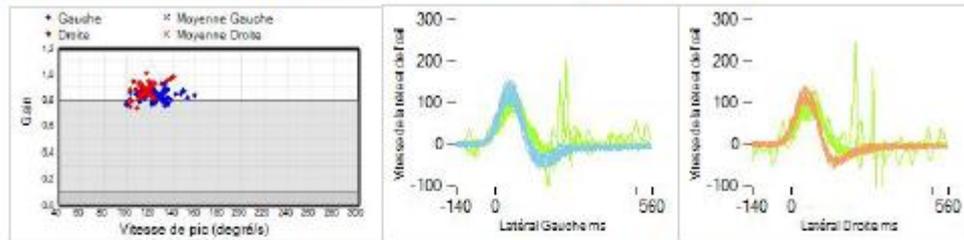
R.A.

Arnold-Chiari Oscillopsies ++



Test d'impulsion latérale: 25/03/2014 13:55
Opérateur de test : Christian VAN NECHEL

Moyenne Gauche : 0,83, σ : 0,04
Moyenne Droite : 0,87, σ : 0,07



Résultats :

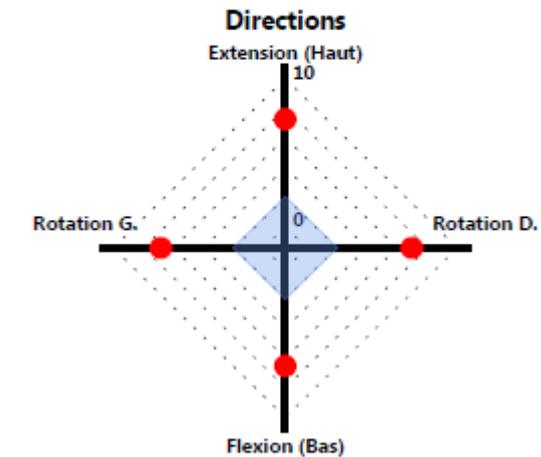
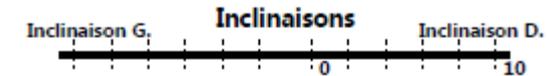
Acuité Statique : 10 /10

AVD

Acuités Dynamiques :

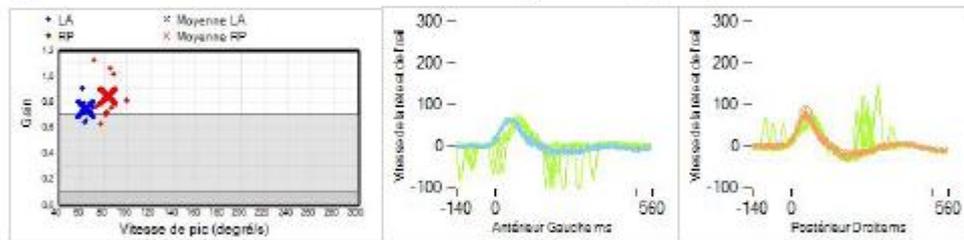
Type	Acuité	Perte
Bas	3,5 /10	6,5 /10
Haut	2,8 /10	7,2 /10
Gauche	3,2 /10	6,8 /10
Droite	3 /10	7 /10

Résultats :



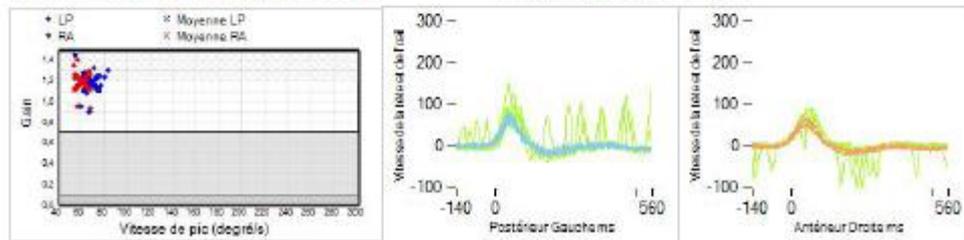
Test d'impulsion LARP: 25/03/2014 13:57
Opérateur de test : Christian VAN NECHEL

Moyenne LA : 0,74, σ : 0,08
Moyenne RP : 0,84, σ : 0,15



Test d'impulsion RALP: 25/03/2014 13:58
Opérateur de test : Christian VAN NECHEL

Moyenne LP : 1,18, σ : 0,16
Moyenne RA : 1,19, σ : 0,16

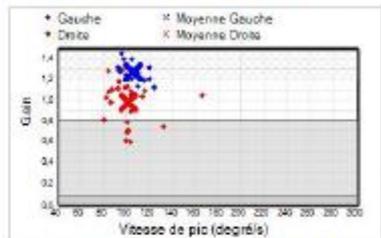


Atrophie cérébelleuse sporadique

Opérateur de rapport Christian VAN NECHEL

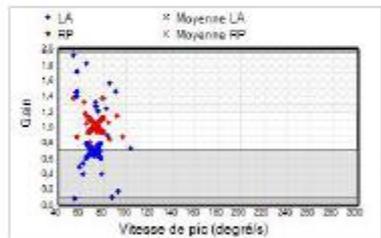
Test d'impulsion latérale: 26/03/2014 14:52

Opérateur de test : Christian VAN NECHEL



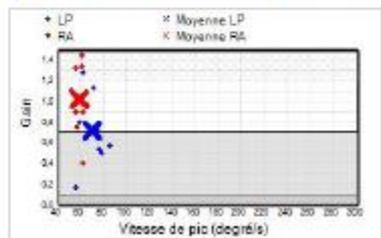
Test d'impulsion LARP: 26/03/2014 14:55

Opérateur de test : Christian VAN NECHEL



Test d'impulsion RALP: 26/03/2014 15:03

Opérateur de test : Christian VAN NECHEL



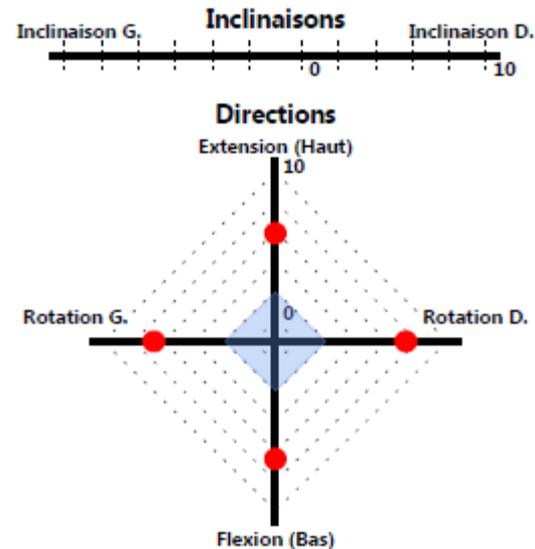
Résultats :

Acuité Statique : 9,3 /10

Acuités Dynamiques :

Type	Acuité	Perte
Bas	2,8 /10	6,5 /10
Haut	3,5 /10	5,9 /10
Gauche	2,7 /10	6,6 /10
Droite	2,1 /10	7,2 /10

Résultats :



MESSAGES

1. Modulation du gain par le cervelet et les structures corticales.
2. Aspects méthodologiques :
 - Gain > 1 si cible trop proche, risque de masquer un déficit.
 - Les lunettes changent le gain \rightarrow temps d'adaptation.
3. Le VHIT mesure la capacité de réaliser à un instant donné un mouvement oculaire de même amplitude ou vitesse que la tête.
L'AVD mesure la capacité de conserver cette vitesse oculaire un temps suffisant pour identifier l'objet visuel.



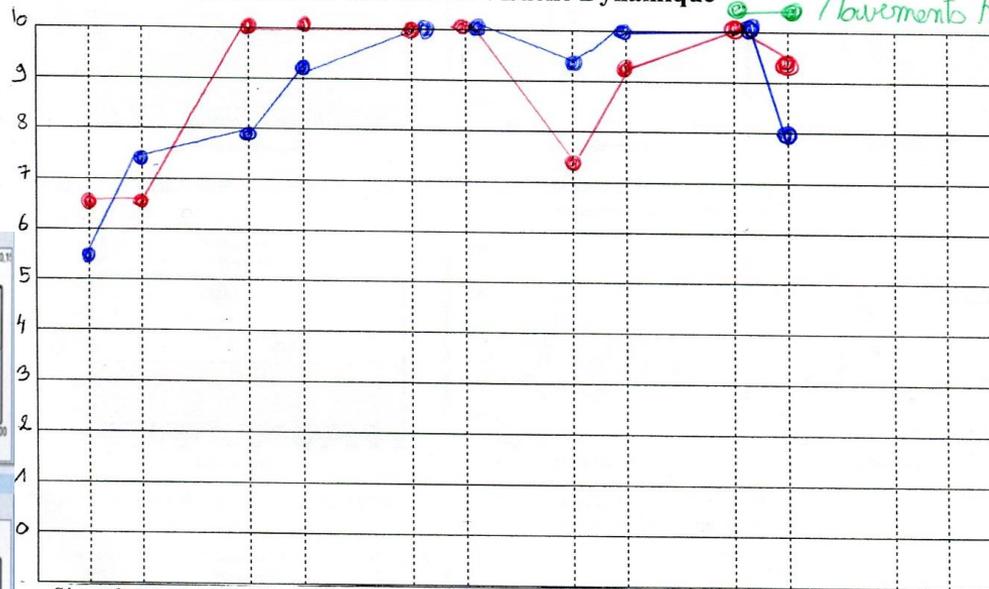
Maria 35 ans

Névrite vestibulaire Gauche

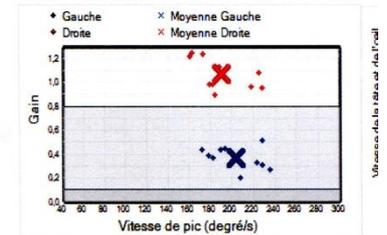
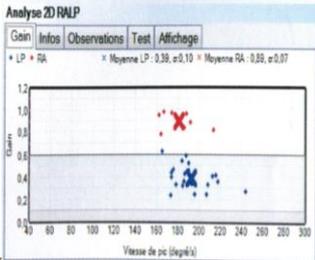
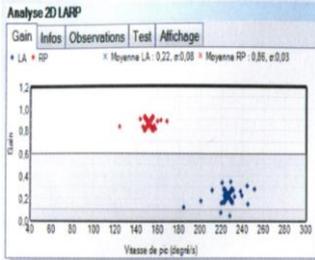
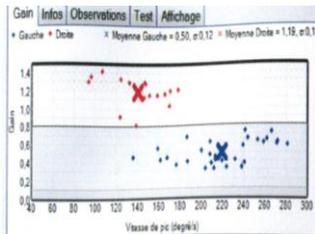
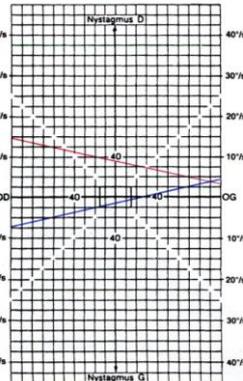
G/ Rééducation de l'Acuité Visuelle Dynamique

Mouvements Actifs
Droit
ET
Gauche

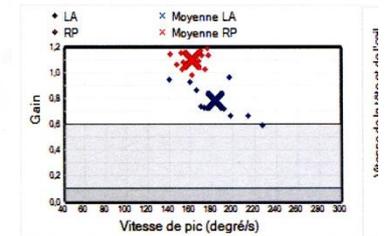
M. Toupet



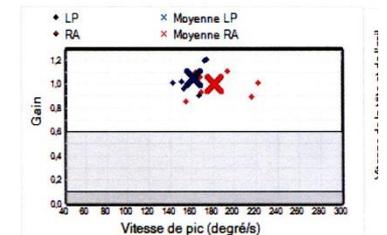
Séance 1 12.11.2013 Séance 2 12.11.2013 Séance 3 26.11.2013 Séance 4 17.12.2013 Séance 5 14.01.2014 Séance 6



Test d'impulsion LARP: 14/01/2014 13:43



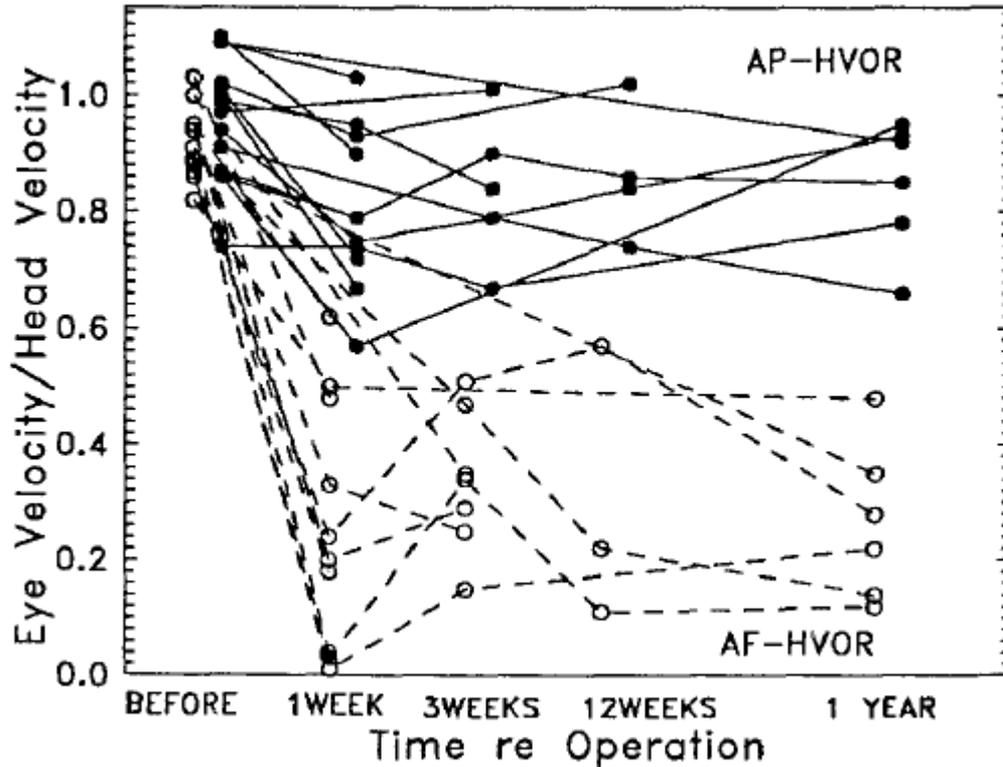
Test d'impulsion RALP: 14/01/2014 13:44



The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy

Exp Brain Res (1990) 81:479-490

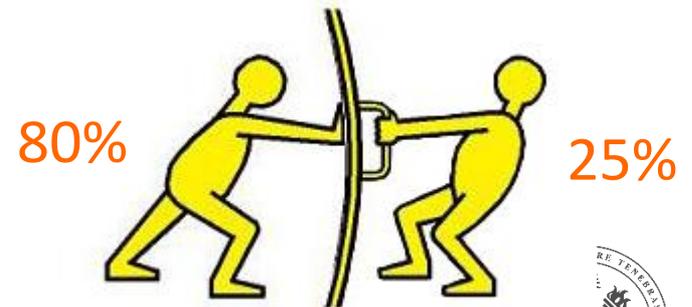
G.M. Halmagyi¹, I.S. Curthoys², P.D. Cremer³, C.J. Henderson¹, M.J. Todd¹, M.J. Staples¹, and D.M. D'Cruz¹



After 1 week:

Ampullopetal velocity gain from the single intact HSCC (solid lines)
 $0,8 \pm 0,14$ at $122,5^\circ/\text{sec}$

Ampulofugal velocity gain from the single intact HSCC (dashed lines)
 $0,25 \pm 0,21$ at $122,5^\circ/\text{sec}$

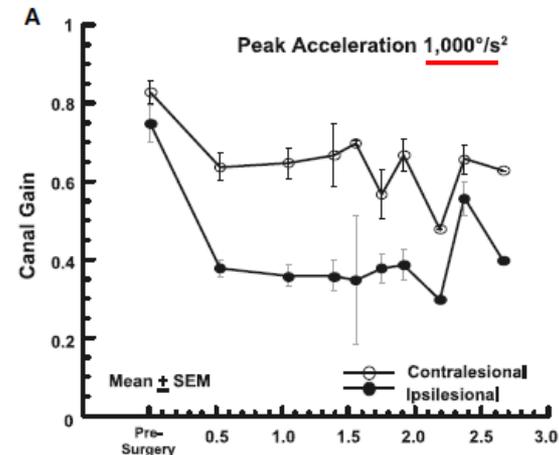
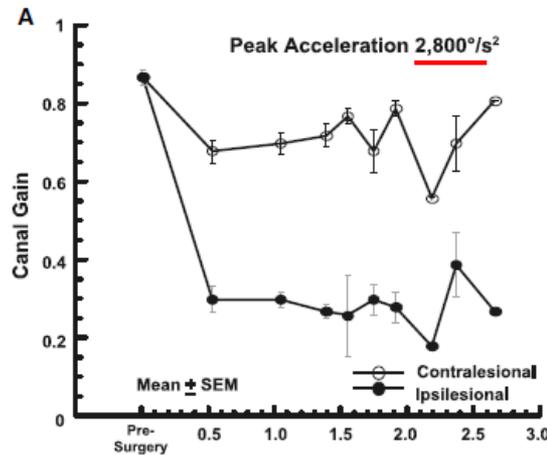


Temporal dynamics of semicircular canal and otolith function following acute unilateral vestibular deafferentation in humans

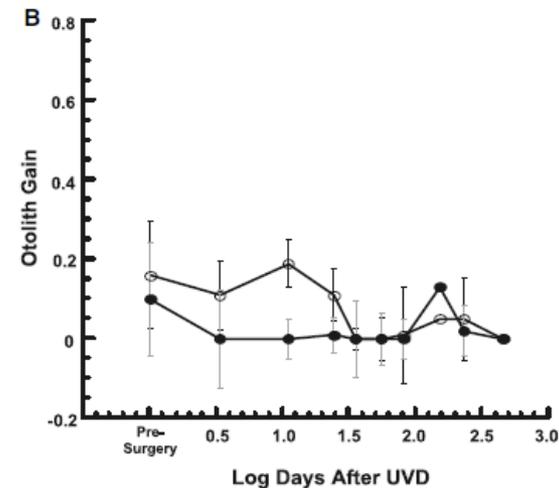
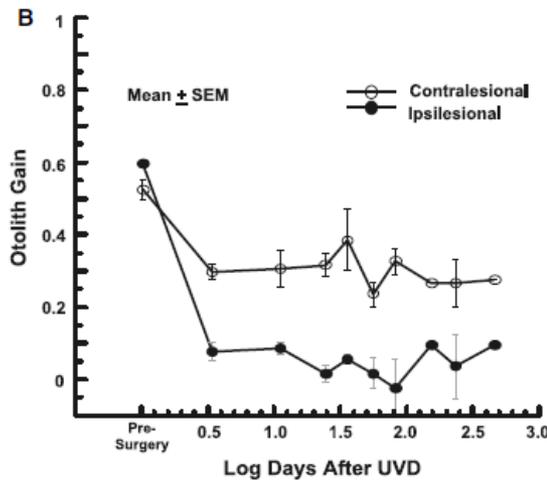
Jun-ru Tian · Akira Ishiyama · Joseph L. Demer

Exp Brain Res (2007) 178:529–541

Gain
canaulaire



Gain
otolithique



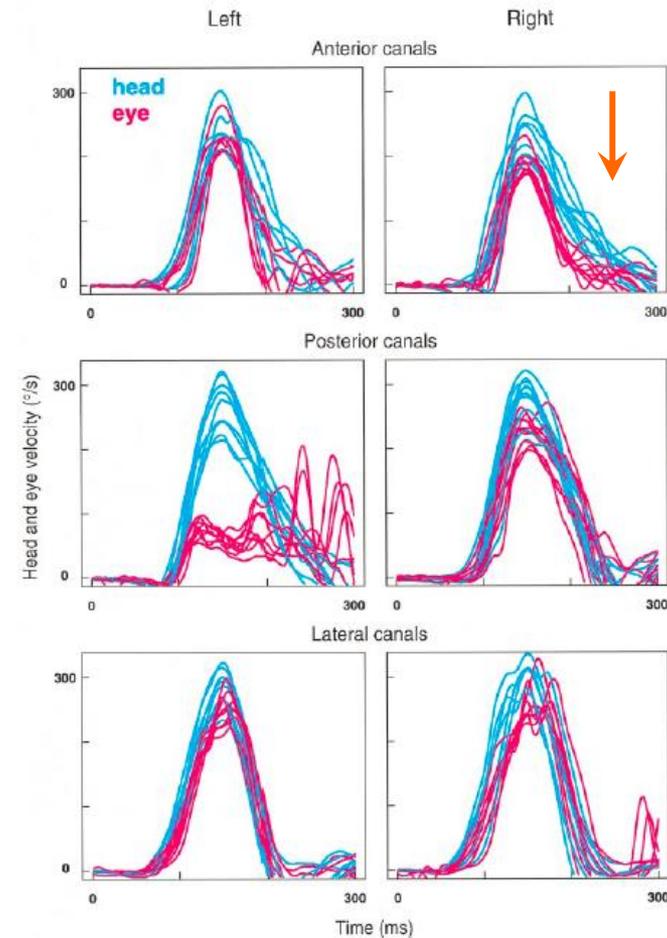
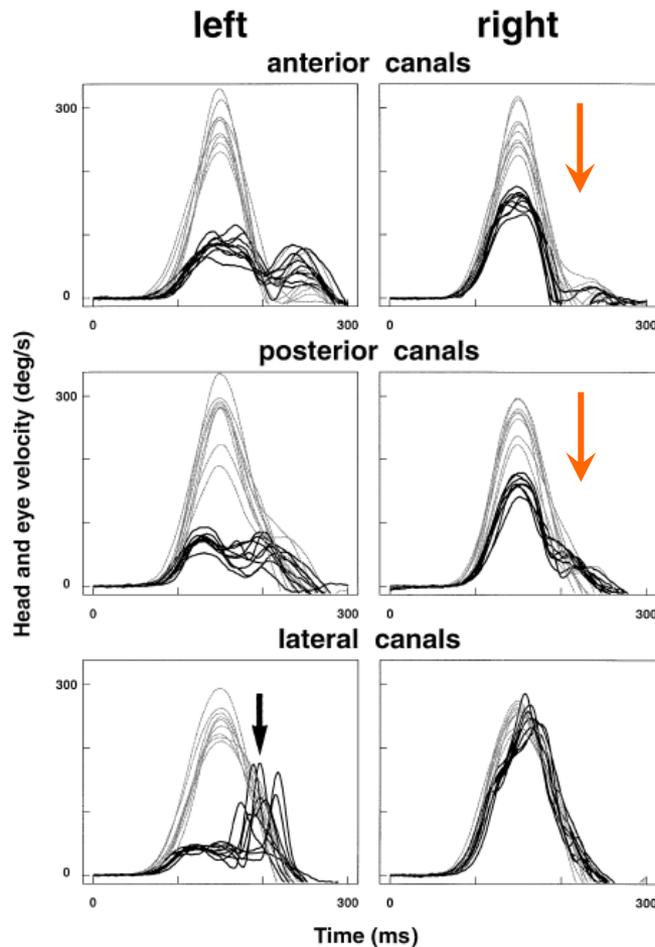
Semicircular canal plane head impulses detect absent function of individual semicircular canals

Brain (1998), 121, 699–716

Phillip D. Cremer,¹ G. Michael Halmagyi,¹ Swee T. Aw,¹ Ian S. Curthoys,^{1,2} Leigh A. McGarvie,¹ Michael J. Todd,¹ Ross A. Black¹ and Imelda P. Hannigan¹

Search Coils

Neurectomie vestibulaire Gauche Occlusion CSS Post Gauche



Unilateral vestibular deafferentation causes permanent impairment of the human vertical vestibulo-ocular reflex in the pitch plane

S. T. Aw · G. M. Halmagyi · I. S. Curthoys
M. J. Todd · R. A. Yavor

Exp Brain Res (1994) 102:121–130

GAIN du RVO

SUJETS SAINS
N= 19

DEAFFERENTATION
UNILATERALE
N= 23

	UP	DOWN	UP	DOWN
125°/sec	0,89 ± 0,06	0,91 ± 0,04	0,67 ± 0,11	0,63 ± 0,07
200°/sec	0,92 ± 0,06	0,96 ± 0,04	0,67 ± 0,07	0,58 ± 0,06

P<0,05

Perte symétrique d'environ 30%



Dias du Lundi...

1. Modulation du gain par le cervelet et les structures corticales.
2. Aspects méthodologiques :
 - Gain > 1 si cible trop proche, risque de masquer un déficit.
 - Les lunettes changent le gain \rightarrow temps d'adaptation.
3. Le VHIT mesure la capacité de réaliser à un instant donné un mouvement oculaire de même amplitude ou vitesse que la tête. L'AVD mesure la capacité de conserver cette vitesse oculaire un temps suffisant pour identifier l'objet visuel.
4. Le VHIT mesure la composante oculomotrice de la stabilisation du regard. L'AVD inclut les possibilités corticales de correction. L'augmentation du temps de présentation dissocie les déficits corticaux et oculomoteurs.



La rééducation ...

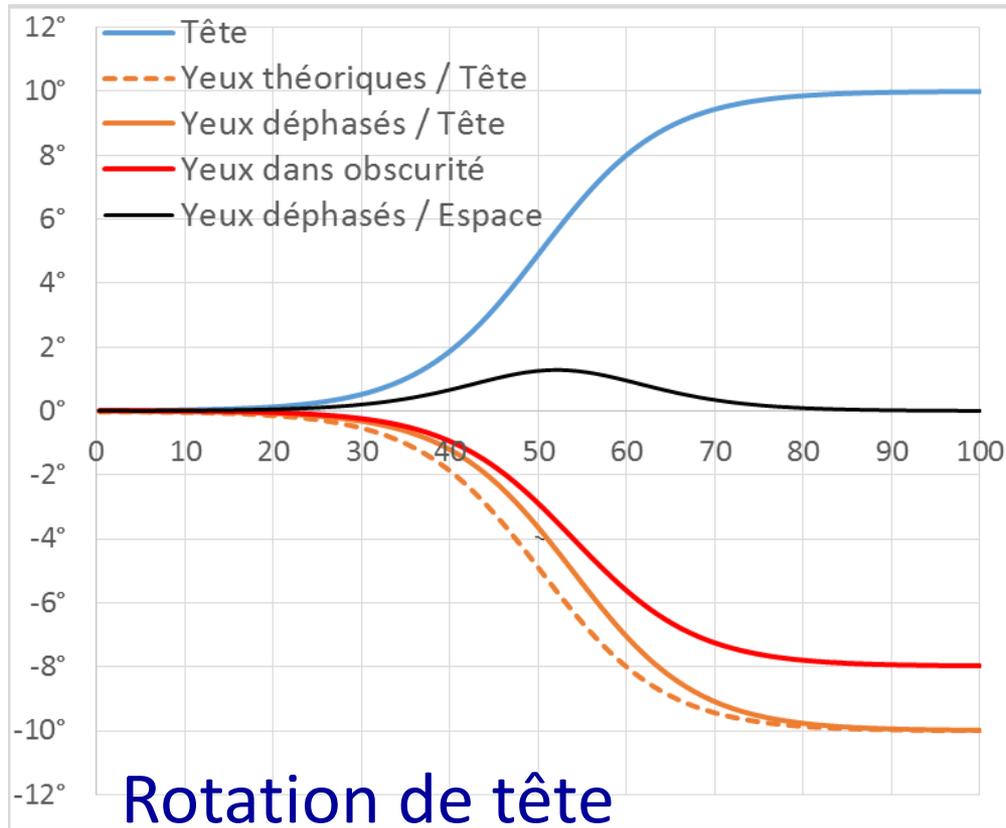


Harfang des neiges, Québec, 2012





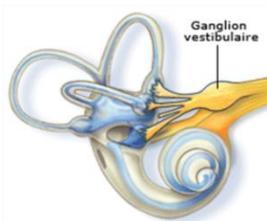
Réflexes Vestibulo-oculaires



Tête / espace

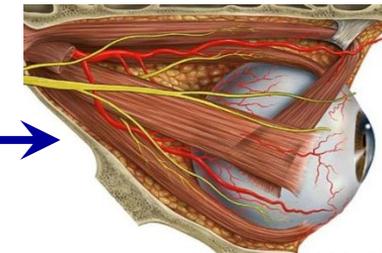
Yeux / espace

Yeux / Tête

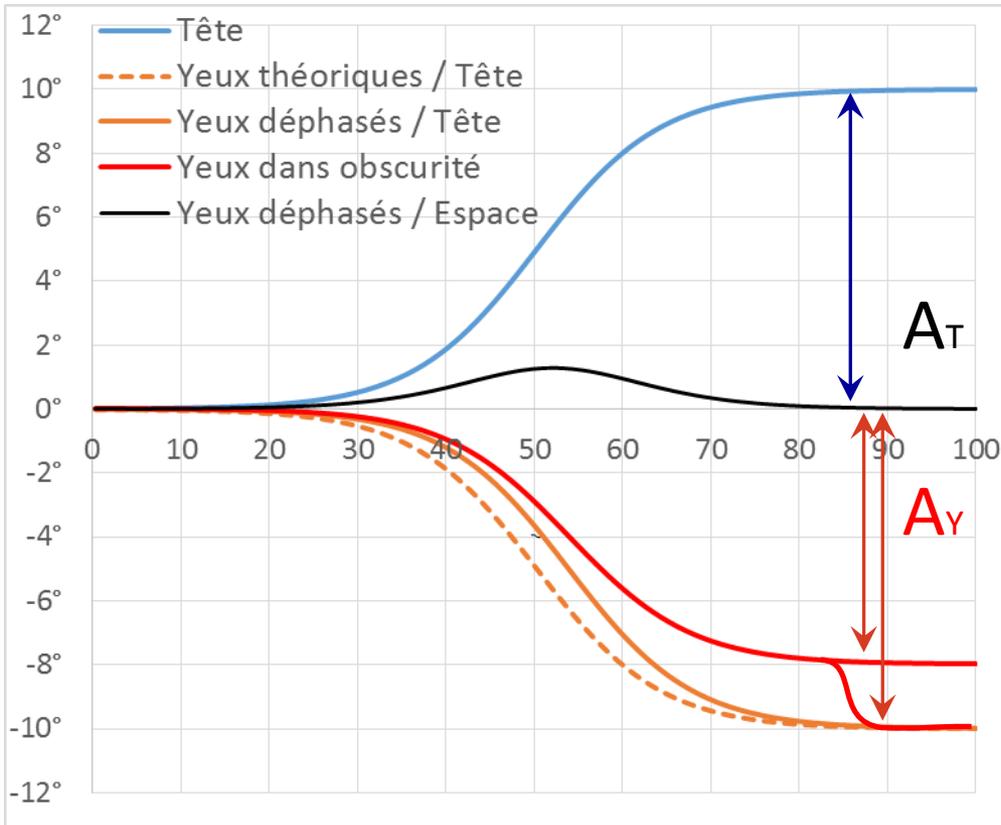


Noyaux Vestibulaires

Noyaux Oculomoteurs



Réflexes Vestibulo-oculaires

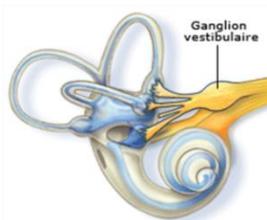


Tête / espace

Gain en amplitude

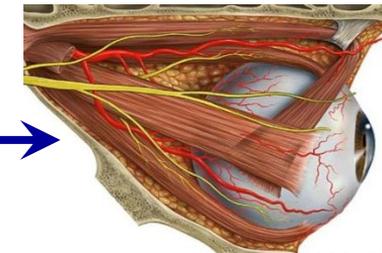
$$= \frac{A_Y}{A_T}$$

Yeux / Tête

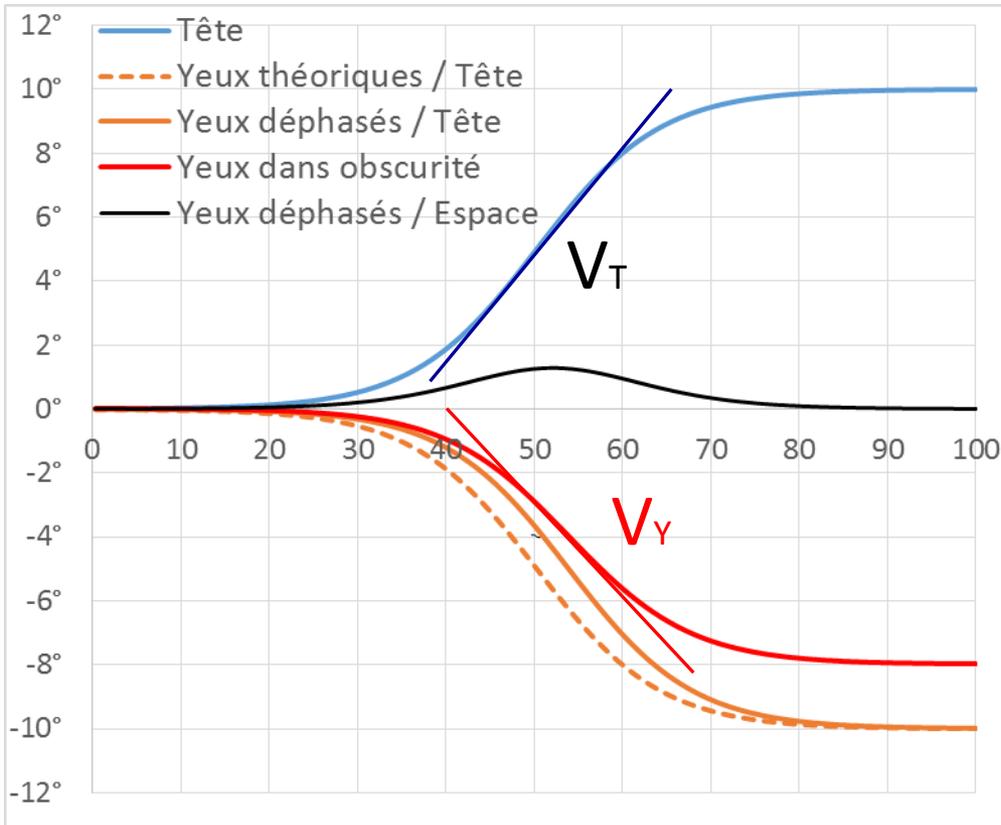


Noyaux Vestibulaires

Noyaux Oculomoteurs



Réflexes Vestibulo-oculaires

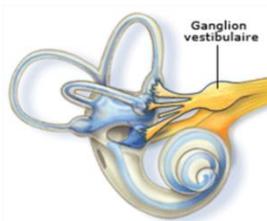


Tête / espace

Gain en vitesse

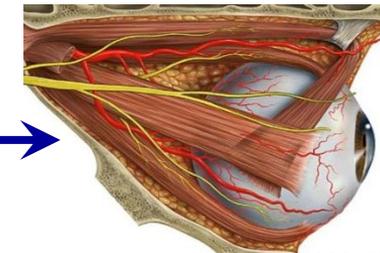
$$= \frac{V_Y}{V_T}$$

Yeux / Tête

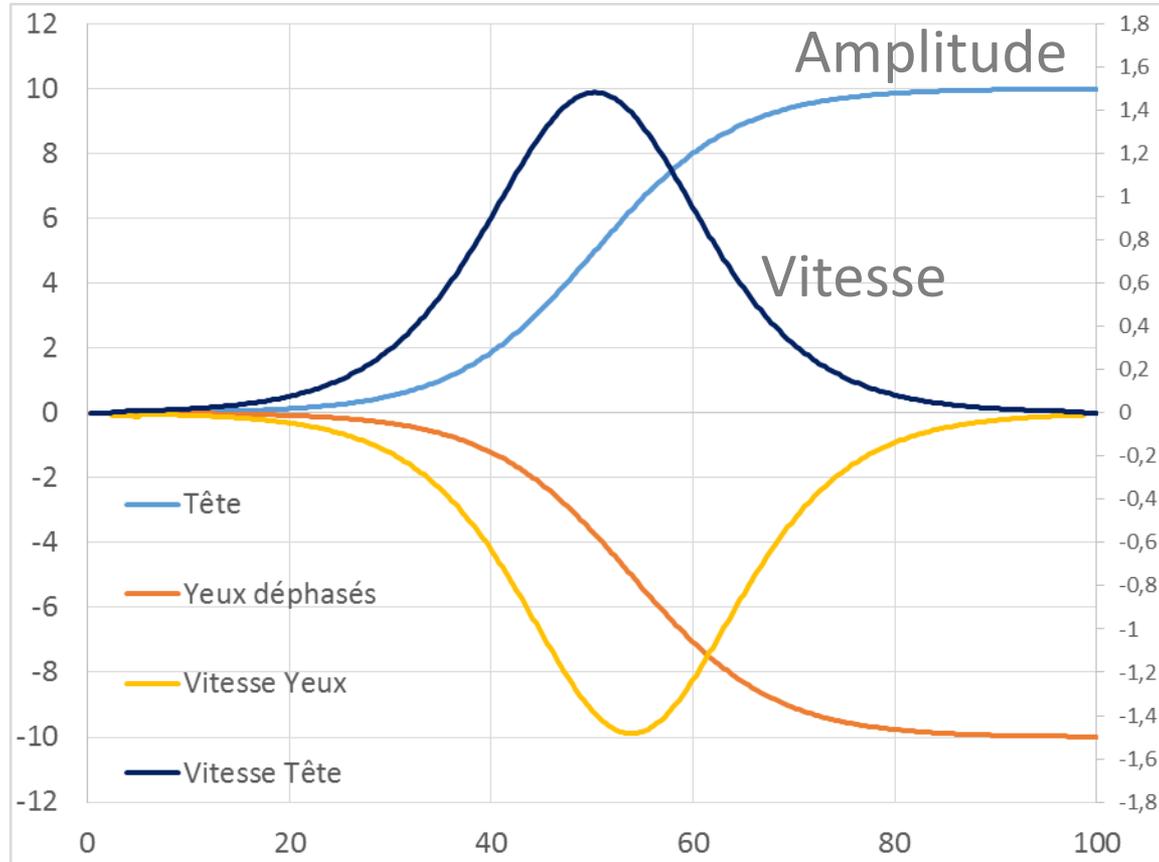


Noyaux Vestibulaires

Noyaux Oculomoteurs



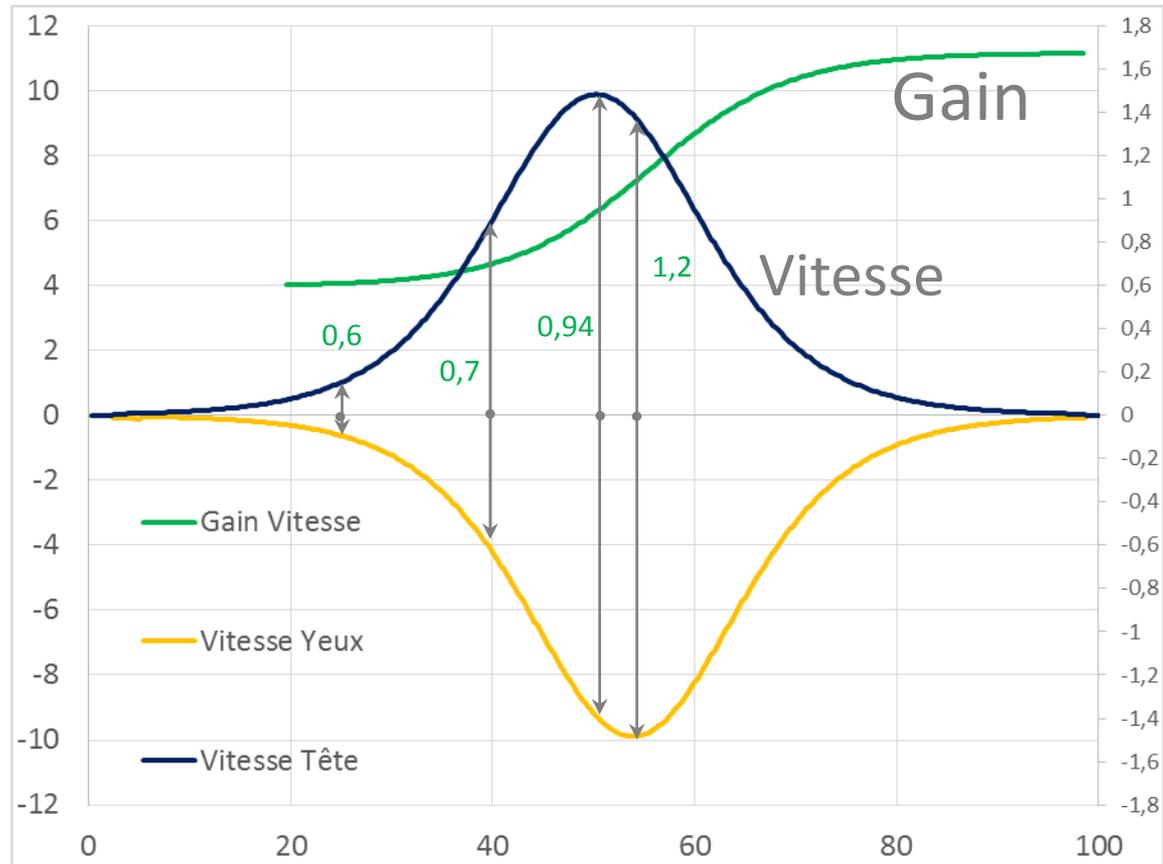
Quand mesurer le Gain ?



Amplitudes et Vitesses Tête et Yeux



Quand mesurer le Gain ?

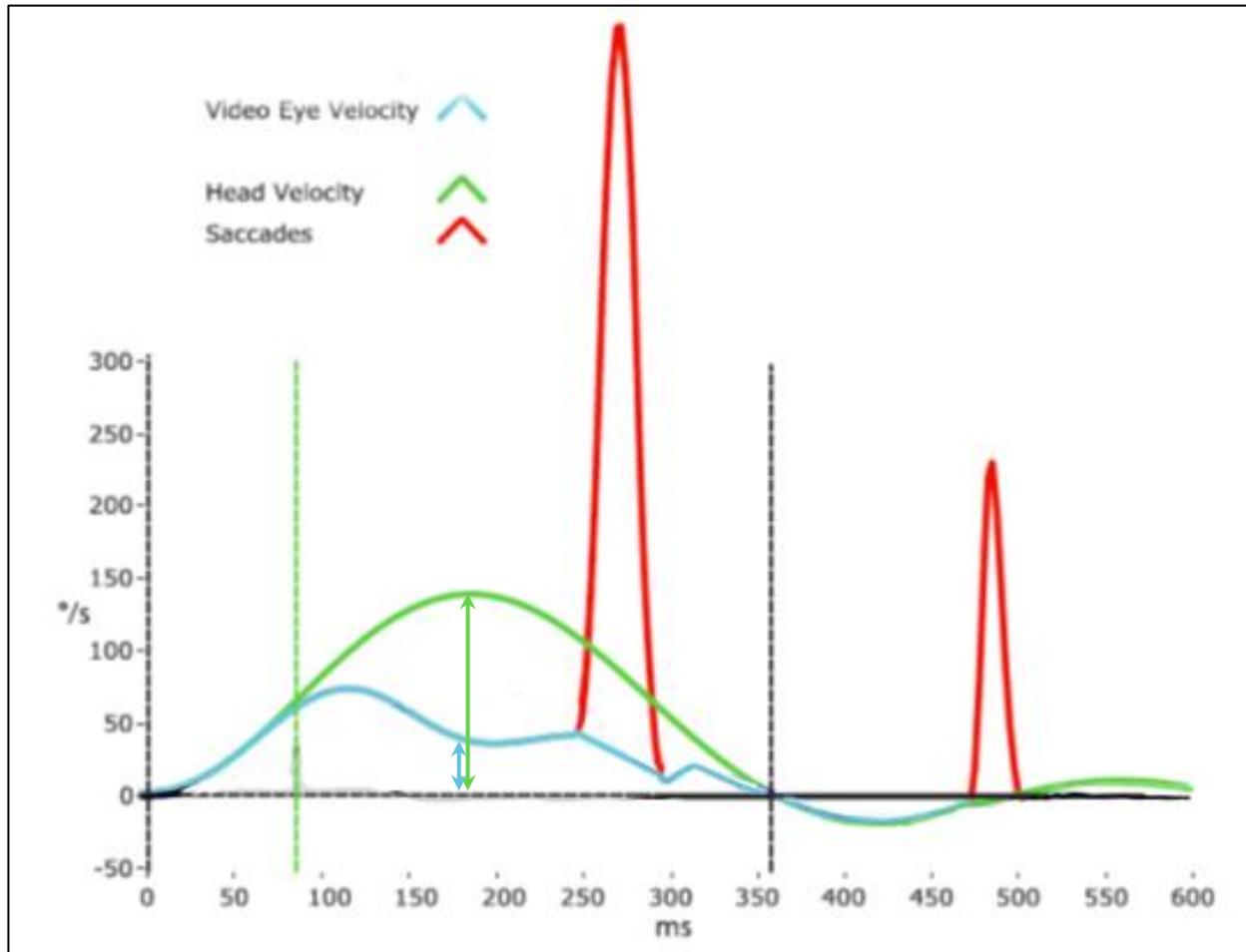


Gain variable selon le moment de la mesure

Gain > 1 si déphasage et mesure après Vit. max Tête



Quand mesurer le Gain ?

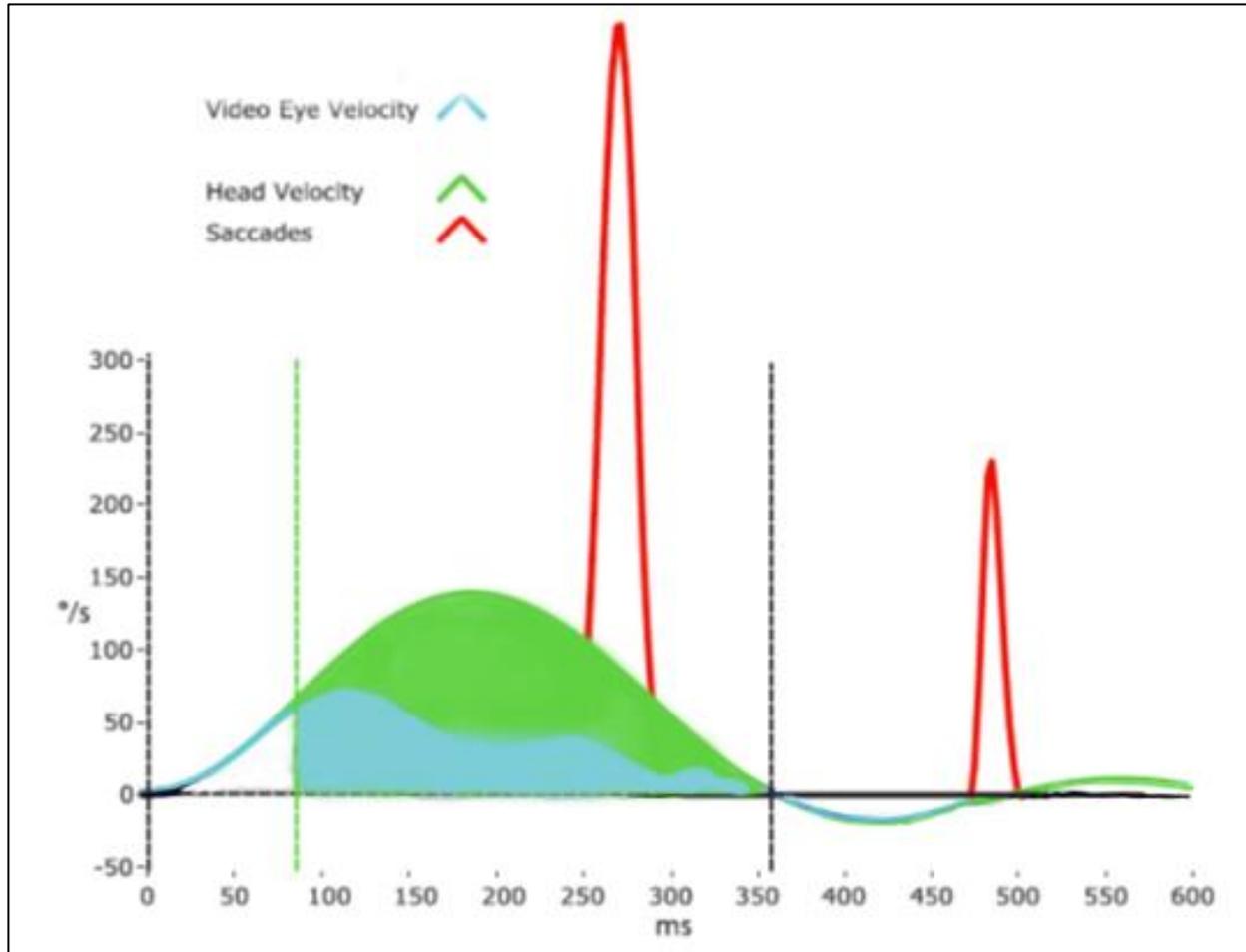


Gain instantané

Adapté de MacDougall, 2013



Quand mesurer le Gain ?



Gain par rapport de surface Adapté de MacDougall, 2013

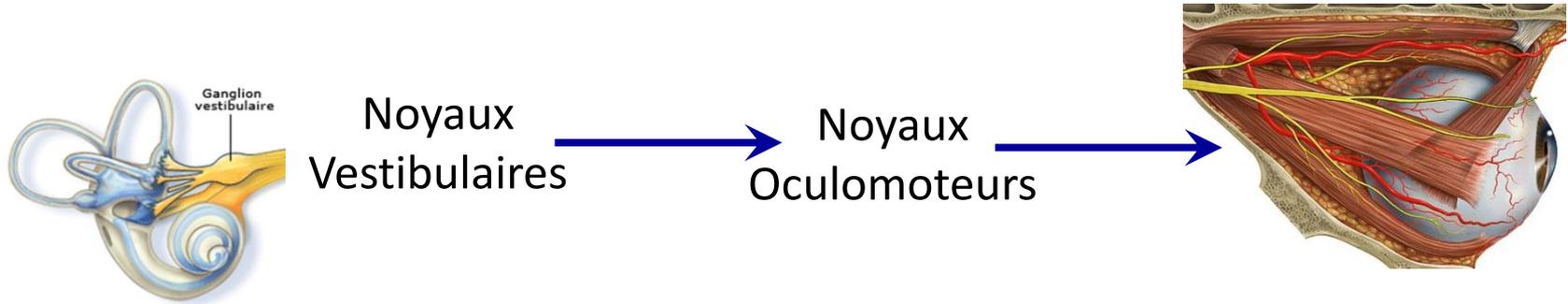


Aspects METHODOLOGIQUES

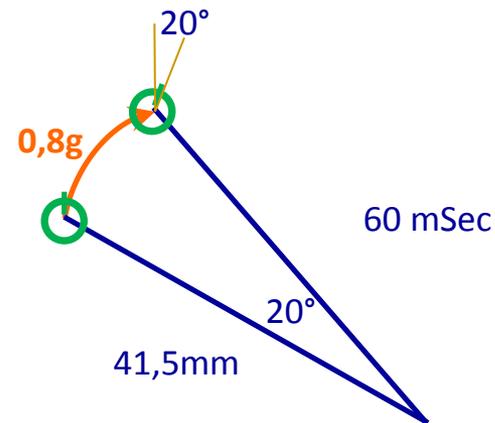
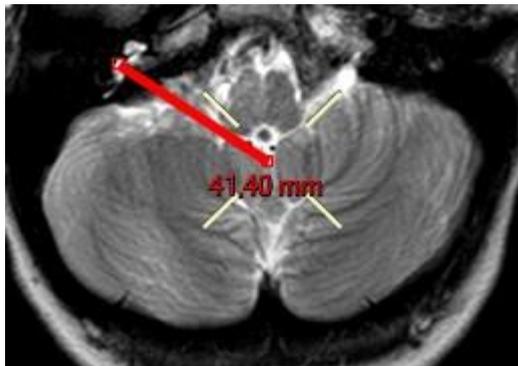
1. Distance du stimulus et port de lunettes.



Réflexes Vestibulo-oculaires



Est-il seulement canalaire lors de rotation de tête ?

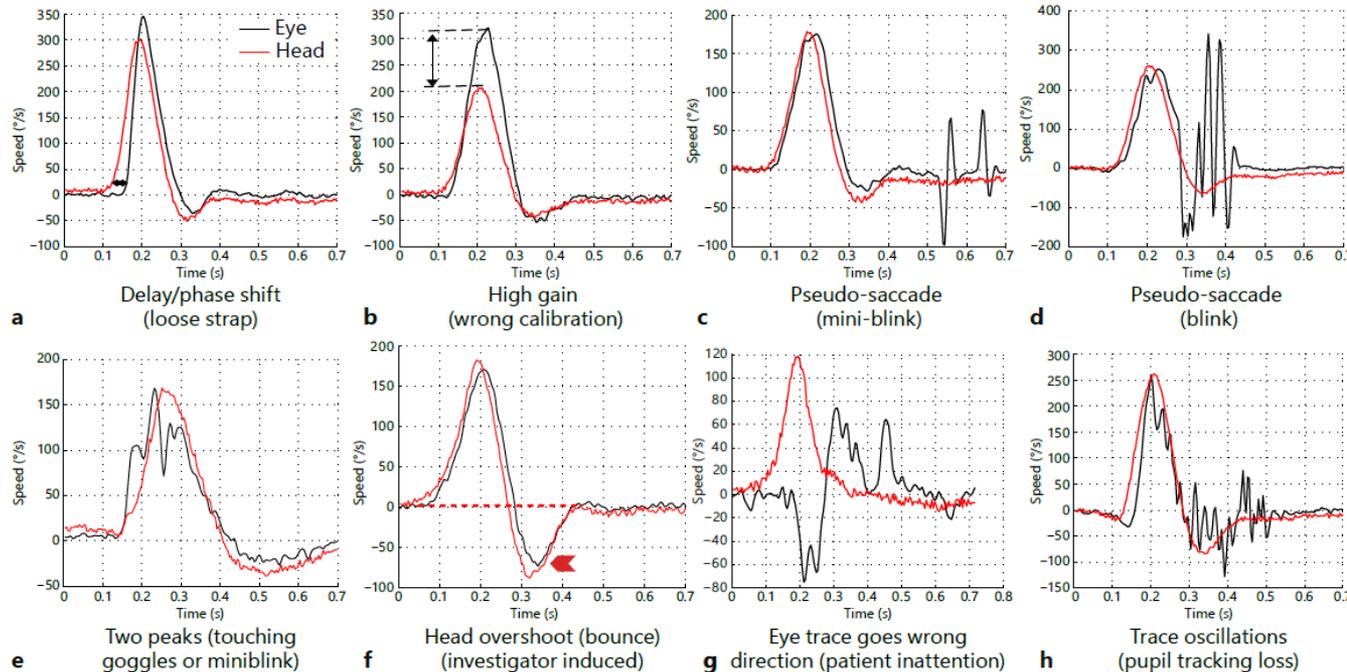


Quantifying the Vestibulo-Ocular Reflex with Video-Oculography: Nature and Frequency of Artifacts

Georgios Mantokoudis^a Ali S. Saber Tehrani^a Jorge C. Kattah^c
Karin Eibenberger^b Cynthia I. Guede^c David S. Zee^a David E. Newman-Toker^{a,b}

Audiol Neurotol 2015;20:39–50

Of 1358 individual HIT traces, 72% had abnormal disruptive saccades, 44% had at least one artifact, and 42% were uninterpretable.



MESSAGES

1. Préciser Gain en Amplitude ou Vitesse et moment de mesure.
2. Gain > 1 si déphasage ou si cible proche.
3. Le diagramme des bandes passantes reflète la réponse de la cupule et pas celui de RVO.
4. Le gain dépend de la constante de temps T modulée par le système de stockage de vitesse (otolithique et neuronal).
5. Le gain du RVO est modifié par la distance, le port de lunettes (retrait pour test ?) via le cervelet.
6. Même à haute vitesse le gain du RVO reste modulé par le SNC
7. L'inhibition du RVO n'est pas l'annulation du gain par le cervelet
8. Un déficit unilatéral modifie le gain des couples canaux

