



SAPIENZA
Università di ROMA



UMBERTO I
POLICLINICO DI ROMA

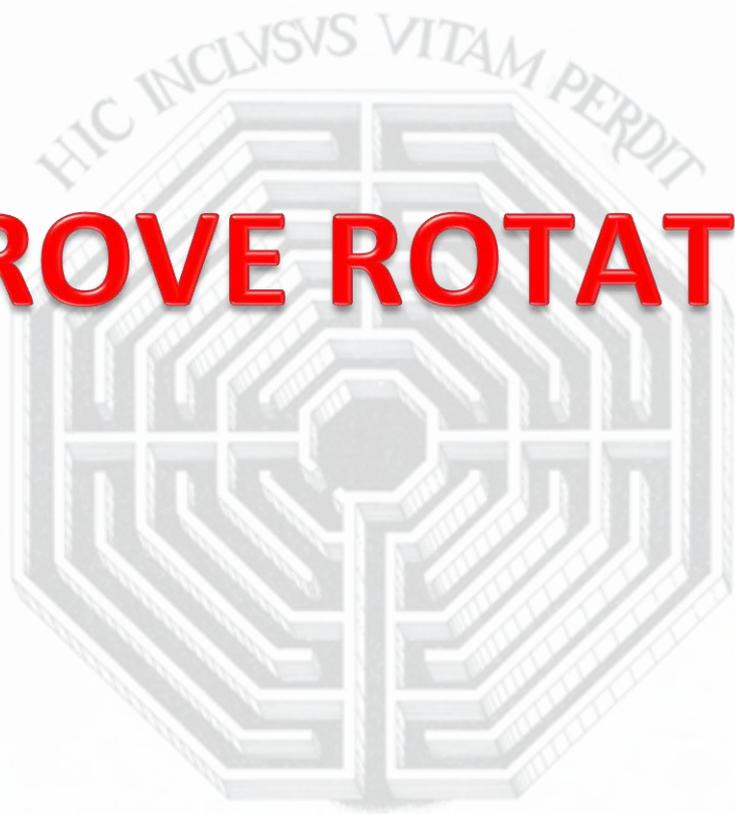
MASTER DI VESTIBOLOGIA PRATICA

Direttore del Master: Prof. Giovanni Ralli

ANNO ACCADEMICO 2017/2018



Policlinico Umberto I
Viale dell'Università, 55
ROMA



LE PROVE ROTATORIE

ENRICO ARMATO

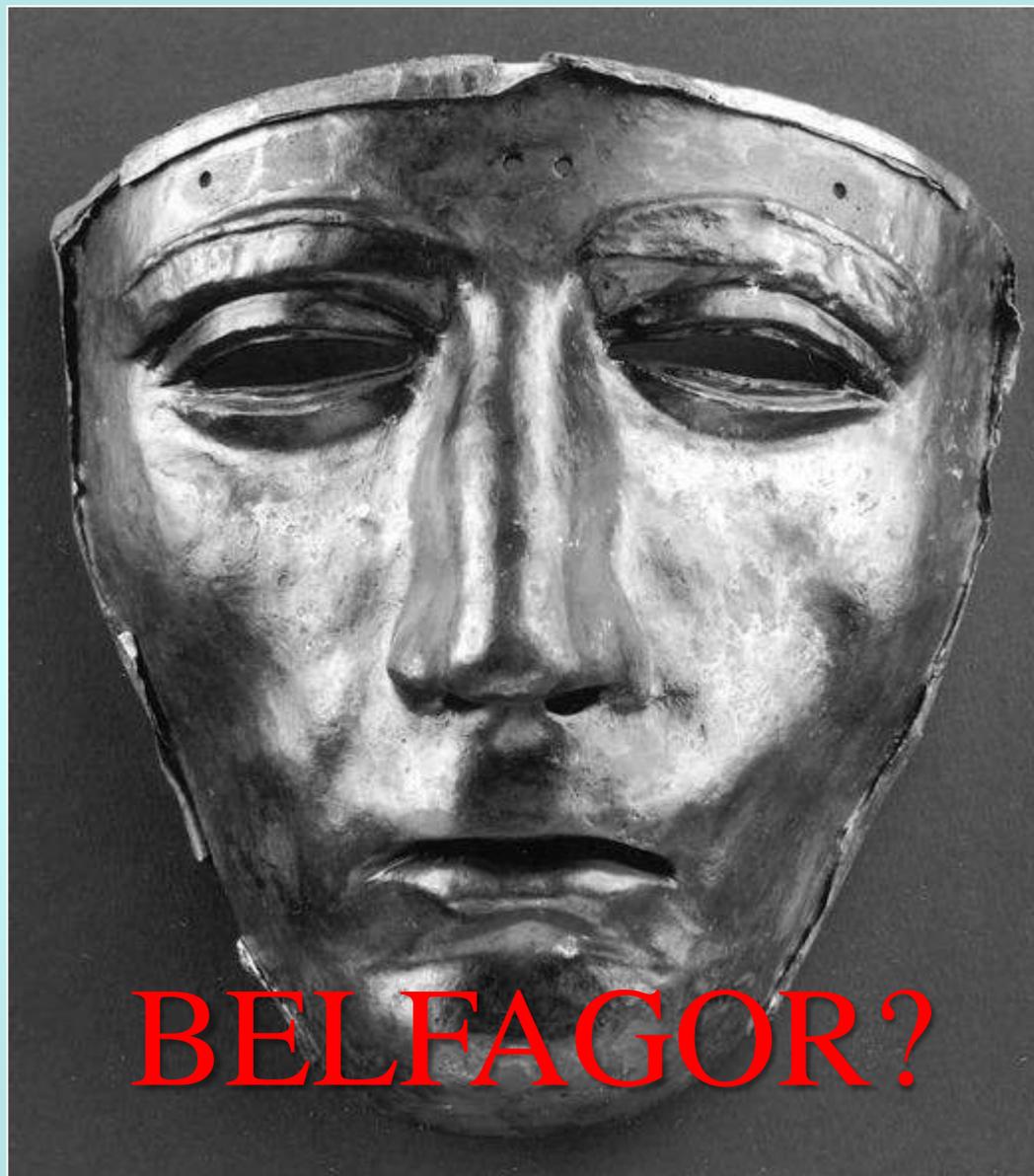
**ULSS 3 SERENISSIMA REGIONE VENETO
UOC ORL Mirano (VE)**

0,05÷0,5Hz: le prove rotatorie

Maschera in ferro, in origine ricoperta di lamina d'argento, di un elmo facciale, dagli scavi nella selva di Teutoburgo (oggi Kalkriese nella Bassa Sassonia), località della Germania nella quale si svolse la terribile sconfitta di Varo e delle sue legioni, a opera dei Germani nell'anno 9 d.C.

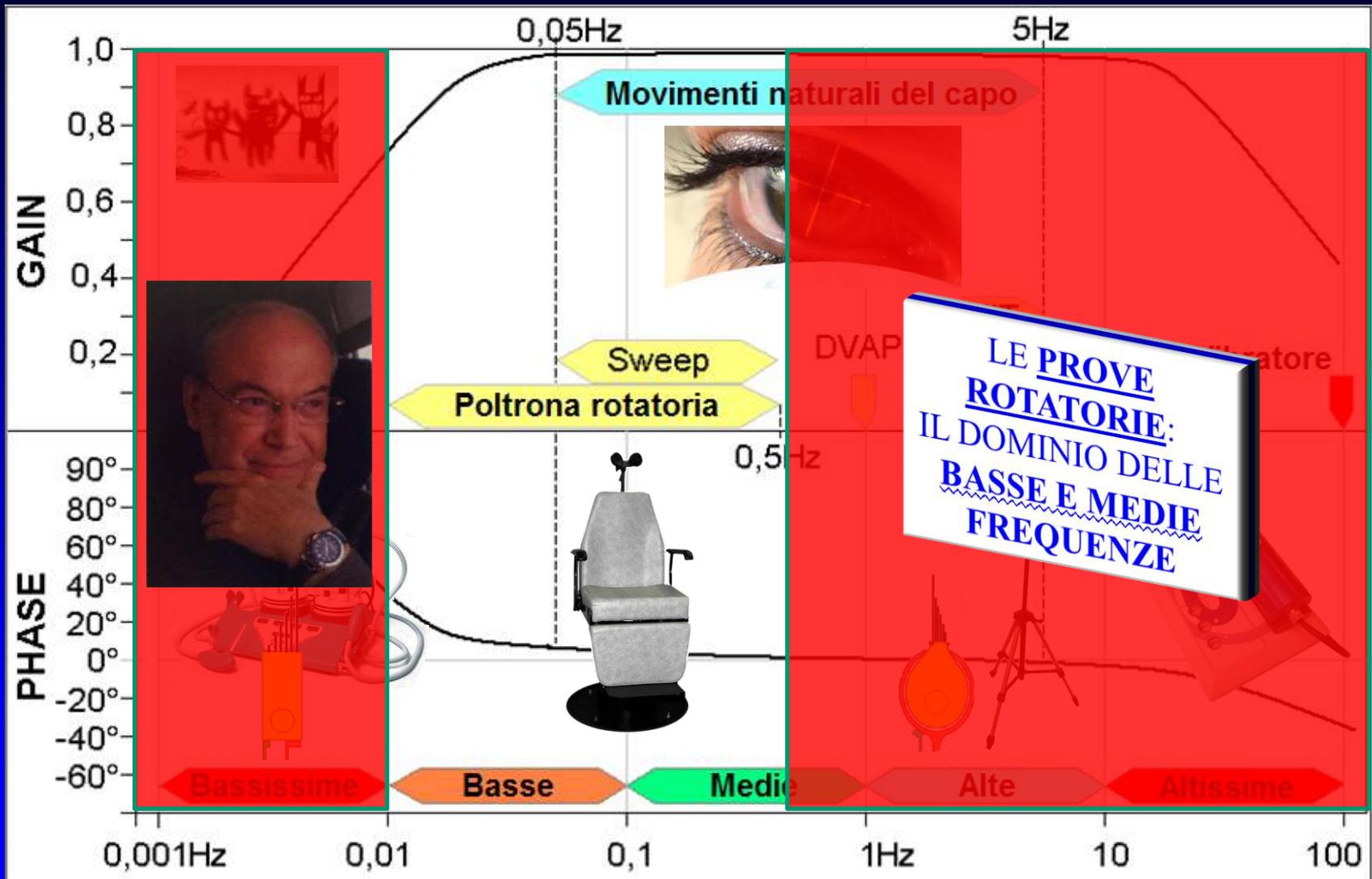
Le **PROVE ROTATORIE** oggi si sono trasformate in un **REPERTO ARCHEOLOGICO**: poco studiate, poco eseguite, inutili nell'immaginario collettivo.

EPPURE, CHI NON CONOSCE LE PROVE ROTATORIE HA MOLTE MENO CHANCES DI COMPRENDERE A FONDO IL VESTIBOLO! **E. ARMATO**



BELFAGOR?

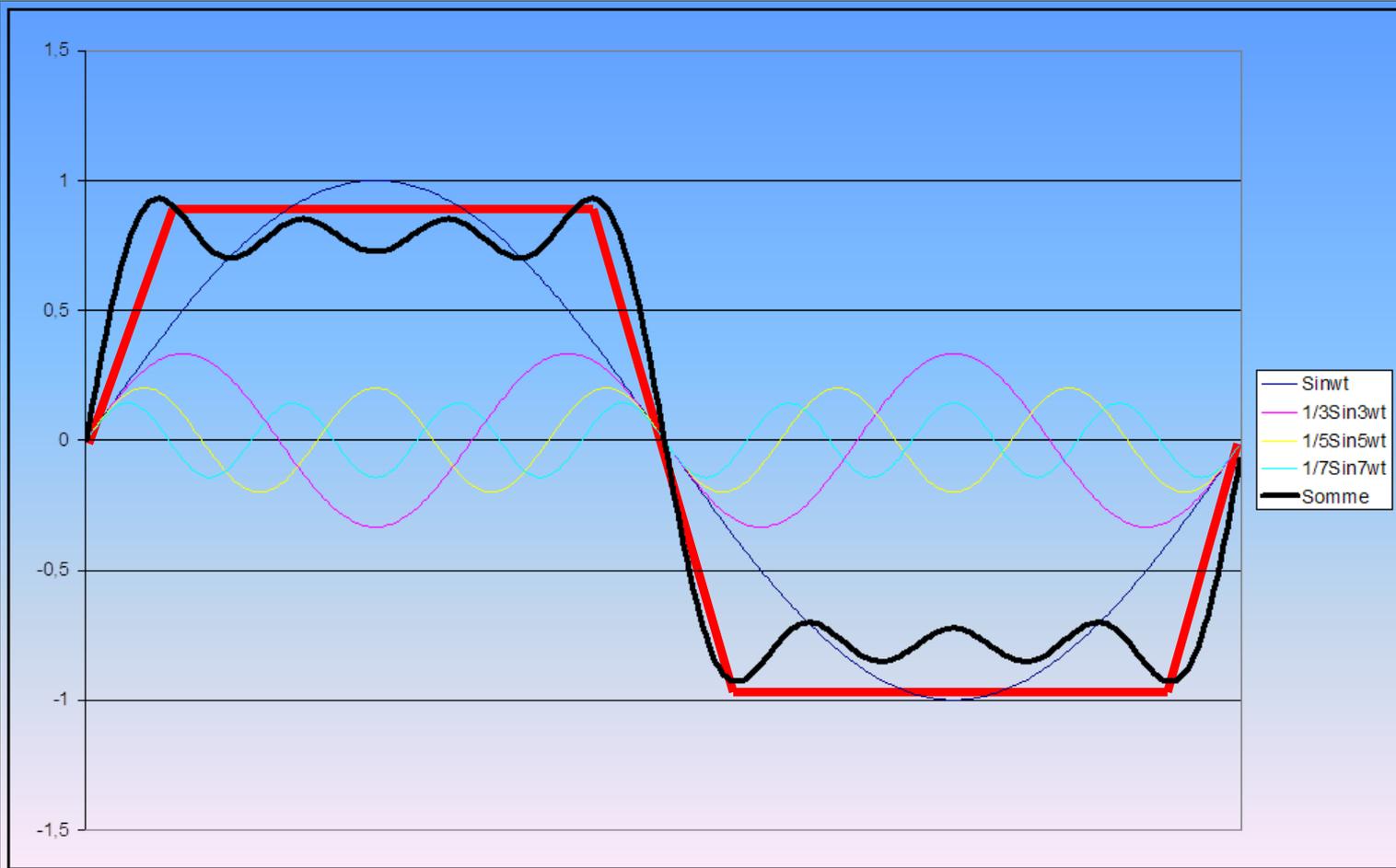
0,05÷0,5Hz: le prove rotatorie



All credits to: Dr [Erik ULMER](#), Marseille

Non ci sono altri test in grado di valutare basse e medie frequenze!

0,05÷0,5Hz: le prove rotatorie



inertici:



di
me
zioni
unzioni

Le oscillazioni sinusoidali sono il capostipite di tutti i movimenti

0,05÷0,5Hz: le prove rotatorie

DI CHE COSA SICURAMENTE NON
PARLEREMO?

Tecnica di BARANY

**Stimolazione acceleratoria di
BUYS-FISHER-ARSLAN**

Cupolometria di VAN EGMOND

Prova rotatoria liminare di MONTANDON

0,05÷0,5Hz: le prove rotatorie

DI CHE COSA PARLEREMO?

CONCETTI FONDAMENTALI, e quindi di:
PREPONDERANZA DIREZIONALE
RIFLESSO CERVICO-OCULOMOTORIO
BANDE PASSANTI

(2) Fisiopatologia del COR

Non disponibile

Non attivo

peso sinaptico dell'entrata cervicale
non è più contrastato da quello delle
entrate vestibolari

La rotazione della testa
in rapporto alle spalle
è confusa con una
rotazione nello spazio

l'angolo laterale è
il COR sia > 0,2



LE PROVE ROTATORIE

❖ Le prove rotatorie sono una modalità di indagine particolarmente efficiente della funzionalità vestibolare perché:

(1) costituiscono uno stimolo  fisiologico (agisce in pull-push su di una coppia di canali);

(2) forniscono uno stimolo più prossimo alle  frequenze naturali di stimolazione rispetto alle prove termiche;

LE PROVE ROTATORIE

(3) sono  indipendenti dalla struttura anatomica dell'osso temporale di ciascun singolo paziente;

(4) calcolano un parametro fondamentale: il  guadagno (gain), ovvero il rapporto tra la velocità dell'occhio (output) e la velocità della sedia e quindi della testa (input);

(5) sono i tests ideali per la valutazione dell'interazione visuo-vestibolare;

LE PROVE ROTATORIE

(6) monitorizzano l'evoluzione del  compenso per i deficit vestibolari periferici monolaterali;

(7) in caso di un' areflessia termica (bassissime frequenze) e/o di un gain basso al V-HIT (alte frequenze) valutano l'efficienza funzionale del vestibolo alle basse e medie frequenze.



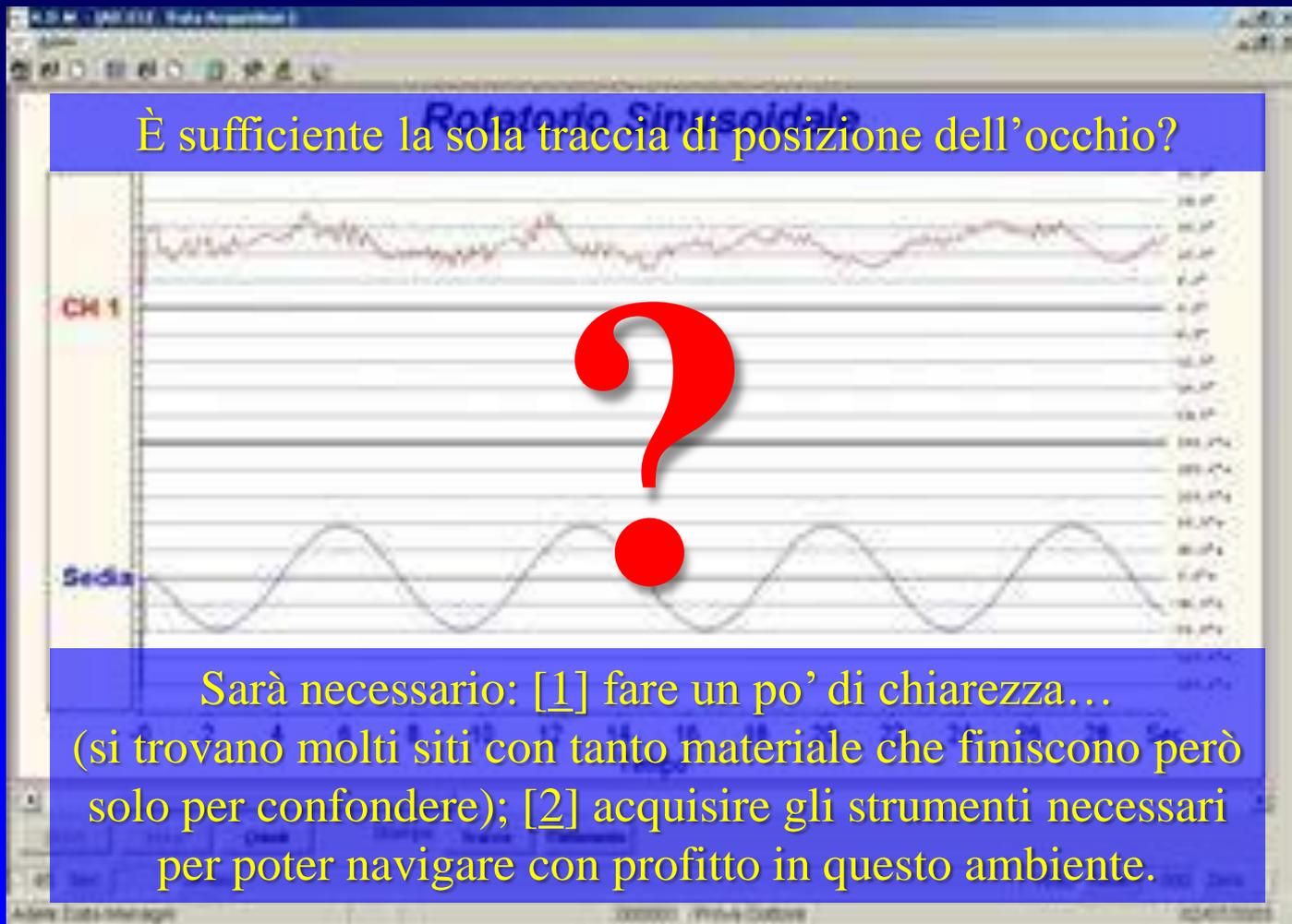
LE PROVE ROTATORIE

❖ Il loro limite è quello di *non poter identificare il lato patologico in caso di deficit periferici monolaterali*, in quanto stimolano simultaneamente i due labirinti.

Alle basse e medie frequenze anche un solo labirinto è in grado di guidare correttamente i movimenti oculari compensatori (ranges frequenziali in cui è prevalente l'attività delle cellule toniche o di II tipo).



LE PROVE ROTATORIE



Δ RIFLESSI OCULOMOTORI & PROFILI DI MOVIMENTO

1/6



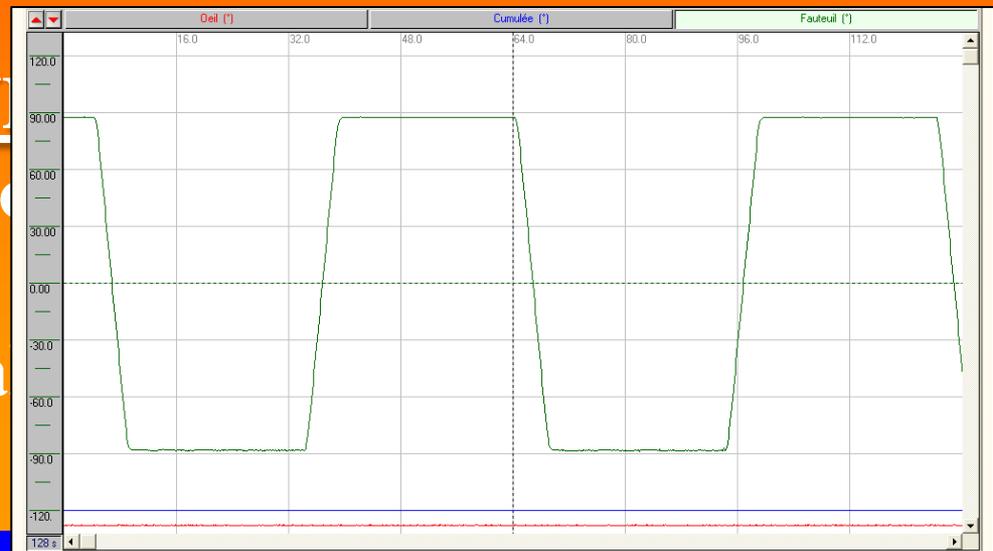
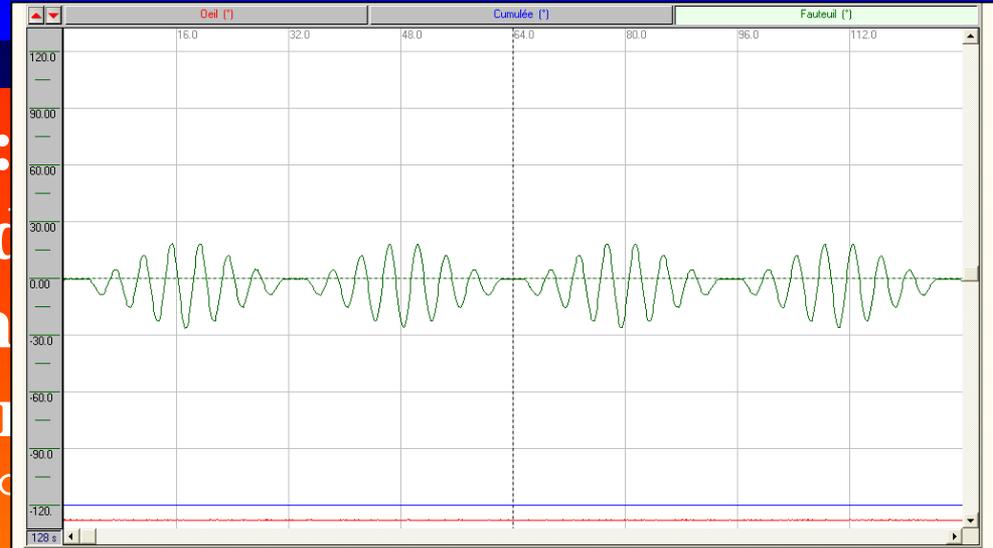
I RIFLESSI OCULOMOTORI

- ❑ **ASSENZA DI SEGNALE VISIVO**
 - ❑ Movimento della testa con tronco immobile
VOR: Vestibulo-Ocular Reflex
 - ❑ Movimento del tronco con testa immobile
COR: Cervico-Ocular Reflex
- ❑ **PRESENZA DI SEGNALE VISIVO**
 - ❑ Interazione visuovestibolare integrativa
VVOR: Visuo Vestibulo-Ocular Reflex
 - ❑ Interazione visuovestibolare inibitoria
VORFIX: Vestibulo-Ocular Reflex FIXation

I PROFILI DEL MOVIMENTO

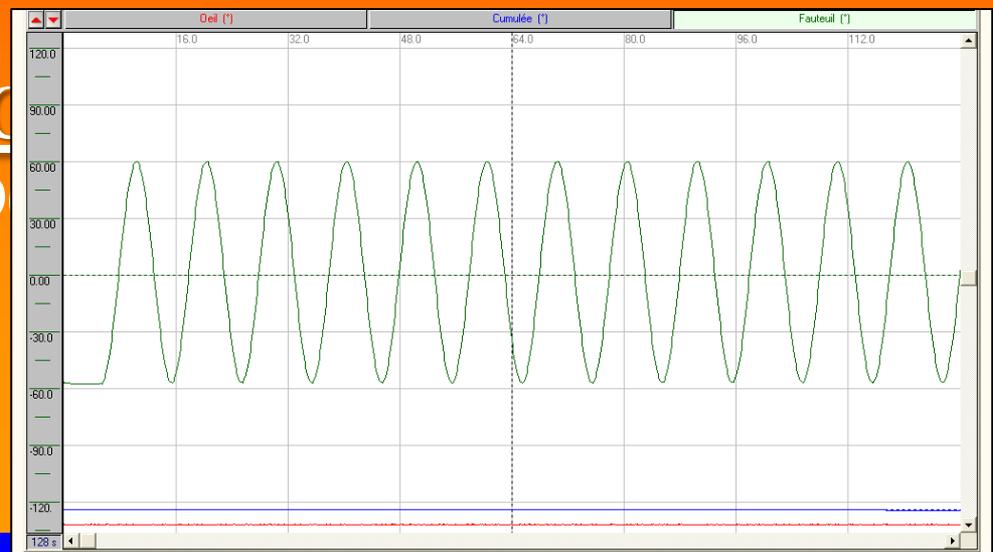
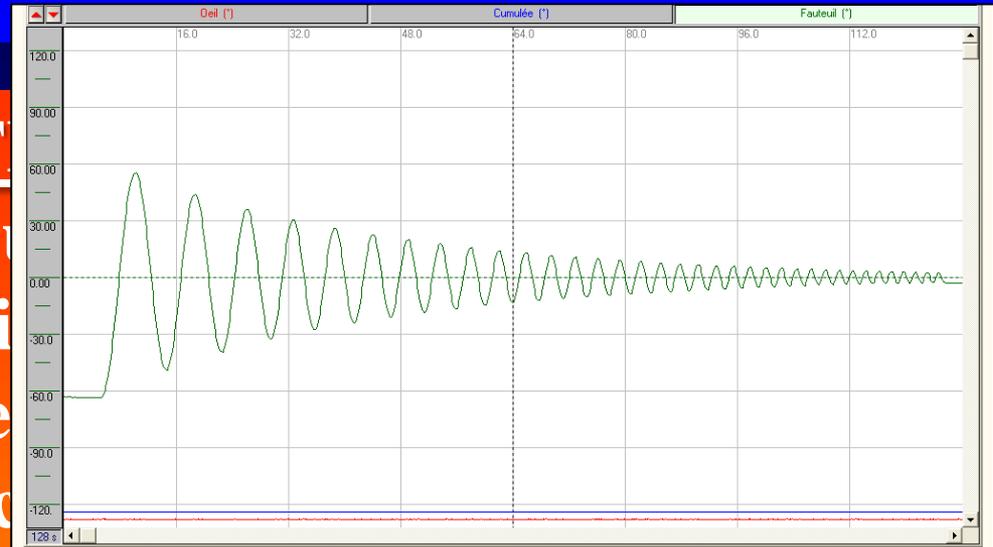
❑ SINUS o BURST:
periodo costante (di
28sec) prevede un
crescenti e di 7 sec
ampiezza max 30°

❑ CRENEAU o ON
esegue una rotazio
rimane immobile
senso opposto. Ta
volte



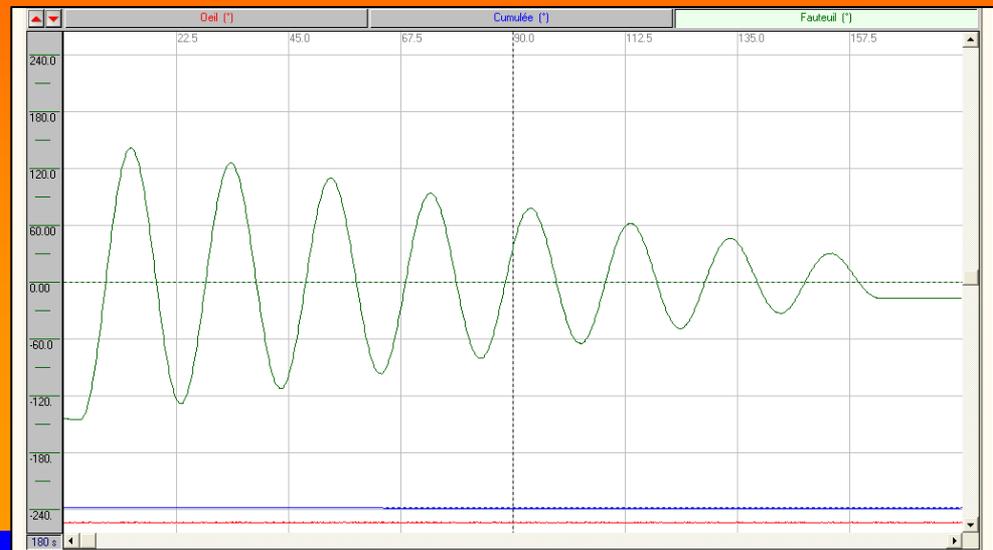
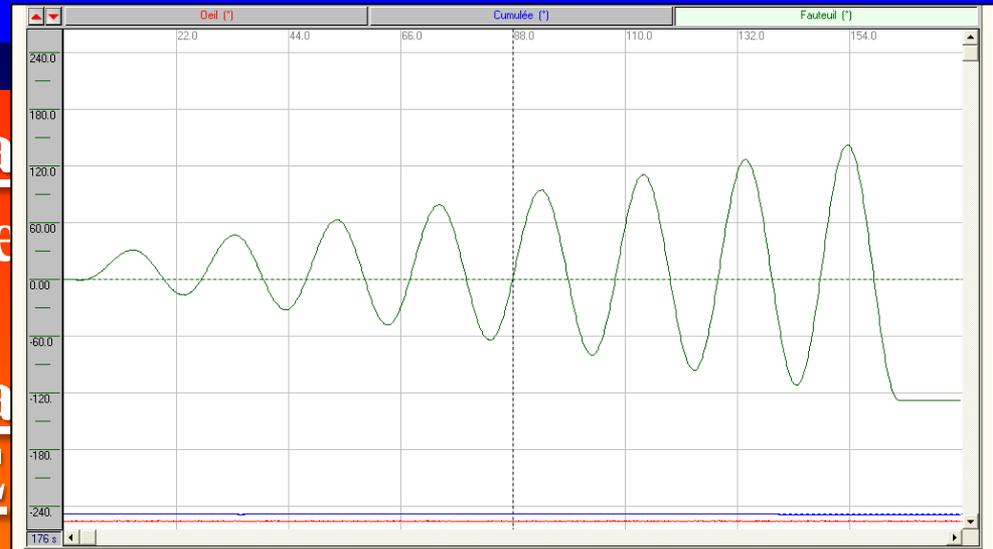
I PROFILI DEL MOVIMENTO

- ❑ SWEEP o MULT
poltrona effettuata
frequenza variabile
progressivamente
proporzionale dec
- ❑ SINUSOIDALE C
10sec, ampiezza 9



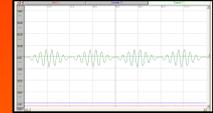
I PROFILI DEL MOVIMENTO

- ❑ SINUSOIDALE a CRESCENTE: per
- ❑ SINUSOIDALE a DECRESCENTE

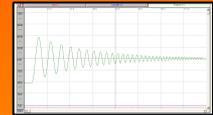


PROFILI vs RIFLESSI

❖ **SINUSOIDALE A PERIODO COSTANTE ED AMPIEZZA VARIABILE (*SINUS*)**
VOR-COR-VVOR-VORFIX



❖ **SINUSOIDALE A PERIODO ED AMPIEZZA DECRESCENTI (*SWEEP*) VOR**



❖ **TRAPEZIOIDALE A PARTENZA ED ARRESTO BRUSCO (*CRENEAU*) VOR**



LA CUMULATA DELLE FASI LENTE

2/6



CONCETTI FONDAMENTALI

- ❑ LE PROVE ROTATORIE DEVONO ESSERE ESEGUITE CON REGISTRAZIONE VNG
(1) **STIMOLO**
PARAMETRIZZATO
- ❑ L'ANALISI COMPUTERIZZATA DELLA TRACCIA DI SPOSTAMENTO DELL'OCCHIO INSIEME ALL'ELICAZIONE CARATTERISTICA DELLO STIMOLO È INDISPENSABILE PER RICAVARE I PARAMETRI SIGNIFICATIVI DEI TESTS ESEGUITI
(2) **RISPOSTA**
NISTAGMICA
REGISTRATA
- ❑ I TEST ESCLUSIVAMENTE CLINICI NON HANNO SIGNIFICATO
(3) **RISULTATI**
DELLA PROVA
ROTATORIA

CONCETTI FONDAMENTALI

- ❑ N_y = alternanza di fasi lente e fasi rapide
- ❑ Fasi lente = stabilizzazione foveale
- ❑ Fasi rapide = riallineamento del bulbo oculare nell'orbita
- ❑ Le fasi lente costituiscono la parte “nobile” della risposta oculomotoria: devono essere soggette all'*analisi quantitativa*
- ❑ Le fasi rapide non hanno alcun interesse: possono essere quindi *eliminate* nella fase di analisi senza perdita di informazione

COSTRUZIONE DELLA CUMULÉE DELLE FASI LENTE

- ❑ Un algoritmo di elaborazione del segnale in tempo reale consente una *reiezione dei movimenti saccadici*, indipendentemente dalla loro direzione, sostituendoli con delle interpolazioni lineari calcolate sulla base della fase lenta del Ny precedente e della media tra fase lenta del Ny precedente e fase lenta del Ny successivo
- ❑ La curva ottenuta, la *cumulée delle fasi lente*, ha un andamento senza discontinuità = derivabile matematicamente in ogni suo punto

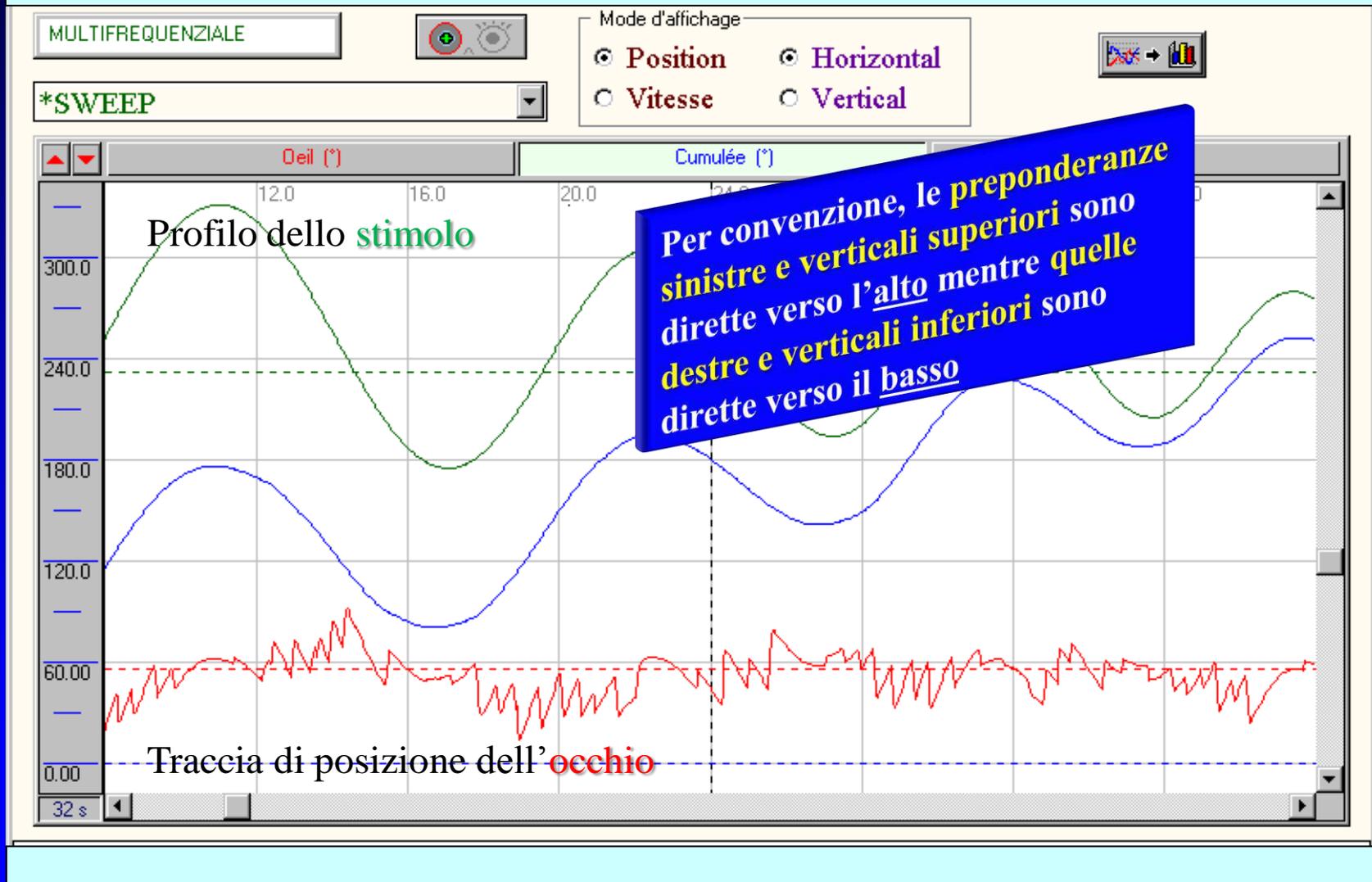
COSTRUZIONE DELLA CUMULÉE DELLE FASI LENTE

- ❑ Tale algoritmo è insensibile all'ammiccamento (blinking), anche se molto frequente, purché breve
- ❑ La curva così ottenuta ha una fase invertita rispetto al movimento della testa ed un'ampiezza correlata al tipo di riflesso evocato (VOR, VVOR, etc)
- ❑ Tale ampiezza non ha alcun limite teorico; può superare i 360° non essendo vincolata dai limiti anatomici dell'orbita oculare 

Costruzione del grafico della cumulée

Traccia di posizione

Costruzione del grafico della cumulée presupposto per la valutazione della **PD**



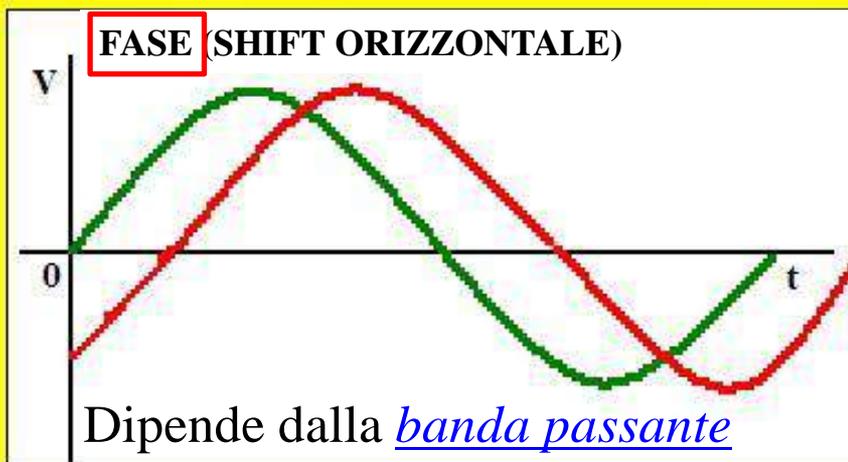
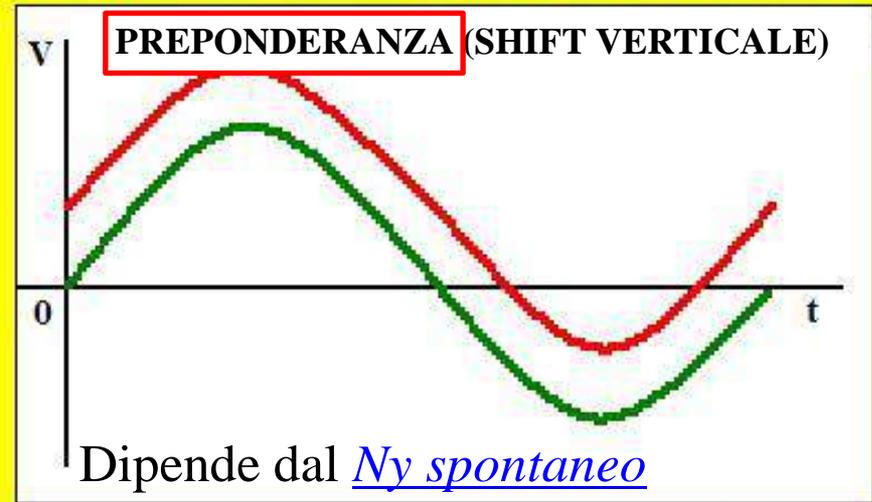
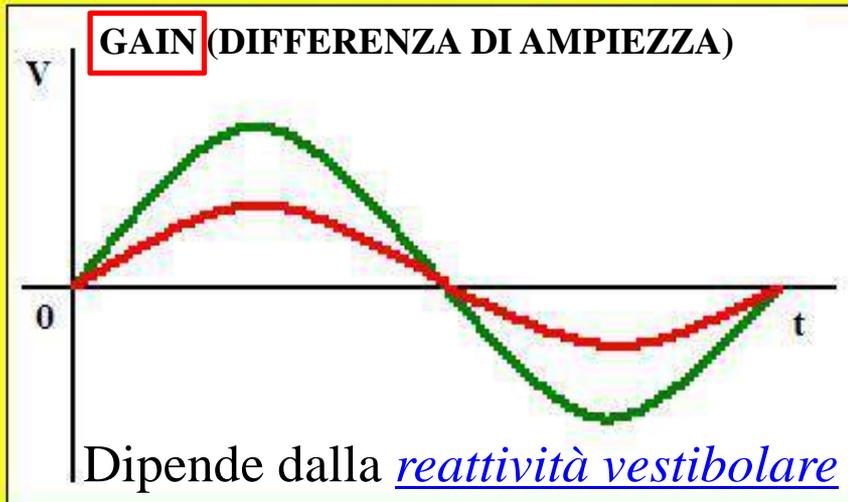
I PARAMETRI

3/6



Prove rotatorie sinusoidali:

Le 4 misurazioni fondamentali



I PARAMETRI

3/6

IL GAIN



1/3

Concetto di «Reattività» o «Riflettività»

- La capacità del recettore di reagire, espressa come un rapporto di ampiezza tra il segnale di uscita del vestibolo e la stimolazione che ha dato luogo ad esso
- Nel caso di *movimenti fisiologici angolari della testa*: si sceglie il rapporto velocità dell'occhio / velocità della testa (numero adimensionale)
- Nel caso di *test calorici*, o di *qualsiasi altro stimolo non fisiologico*: si specificano semplicemente i parametri dello stimolo e si esprime la profondità della modulazione di intensità del nistagmo indotto

Solo una misura all'uscita del VIII n.c. potrebbe definire direttamente un'iporeflettività periferica. In ogni caso, si dovrà tener conto dell'influenza dei controlli centrali sulla via oculomotoria

Misura della riflettività nei test cinetici: il guadagno o gain



Il guadagno è il rapporto d'ampiezza tra i segnali di uscita (OUT) e di entrata (IN), ovvero tra:

- la *velocità angolare massima dell'occhio* e
- la *velocità angolare massima della testa*

*Il guadagno è un numero senza dimensione che traduce:
la conservazione ($=1$), l'attenuazione (<1), o l'amplificazione (>1)*

Il gain in modalità VVOR Visuo-Vestibulo-Ocular-Reflex

- Movimento sinusoidale della testa di ampiezza qualunque
- Paziente istruito nel guardare liberamente l'ambiente
- Alle velocità di rotazione usuali il gain teorico è di 1
- Il gain realmente misurato si avvicina ad 1, in base a:
 - *L'immobilità della testa in rapporto alla poltrona*
 - *La precisione del calcolo della cumulata delle fasi lente*
 - *L'interesse del paziente nel guardare l'ambiente che scorre davanti a sé*

La modalità VVOR permette di testare la qualità del nistagmo e di riconoscere eventuali preponderanze

Il gain in modalità VORFIX Vestibulo-Ocular-Reflex Fixation

- Movimento sinusoidale della testa di ampiezza qualunque
- Paziente istruito nel guardare un oggetto solidale
- Alle velocità di rotazione usuali il gain teorico è di 0
- Il gain realmente misurato si avvicina ad 0, in base a:
 - *L'immobilità della testa in rapporto alla poltrona*
 - *La precisione del calcolo della cumulata delle fasi lente*
 - *L'interesse del paziente nel guardare l'oggetto solidale a sé*

La modalità VORIX permette di testare l'efficacia dell'inibizione cerebellare e di riconoscere eventuali patologie centrali

Il gain in modalità VOR Vestibulo-Ocular-Reflex

- Si tratta di misurare la riflettività vestibolare ad una data frequenza di stimolazione
- La gamma di frequenze studiate dalle poltrone rotatorie si estende da 0,01 a 0,5Hz
- In questa gamma il gain normale del VOR si situa tra 0,4 e 1
- L'instabilità del gain, ad una data frequenza, testimonia l'influenza dell'INIBIZIONE CENTRALE

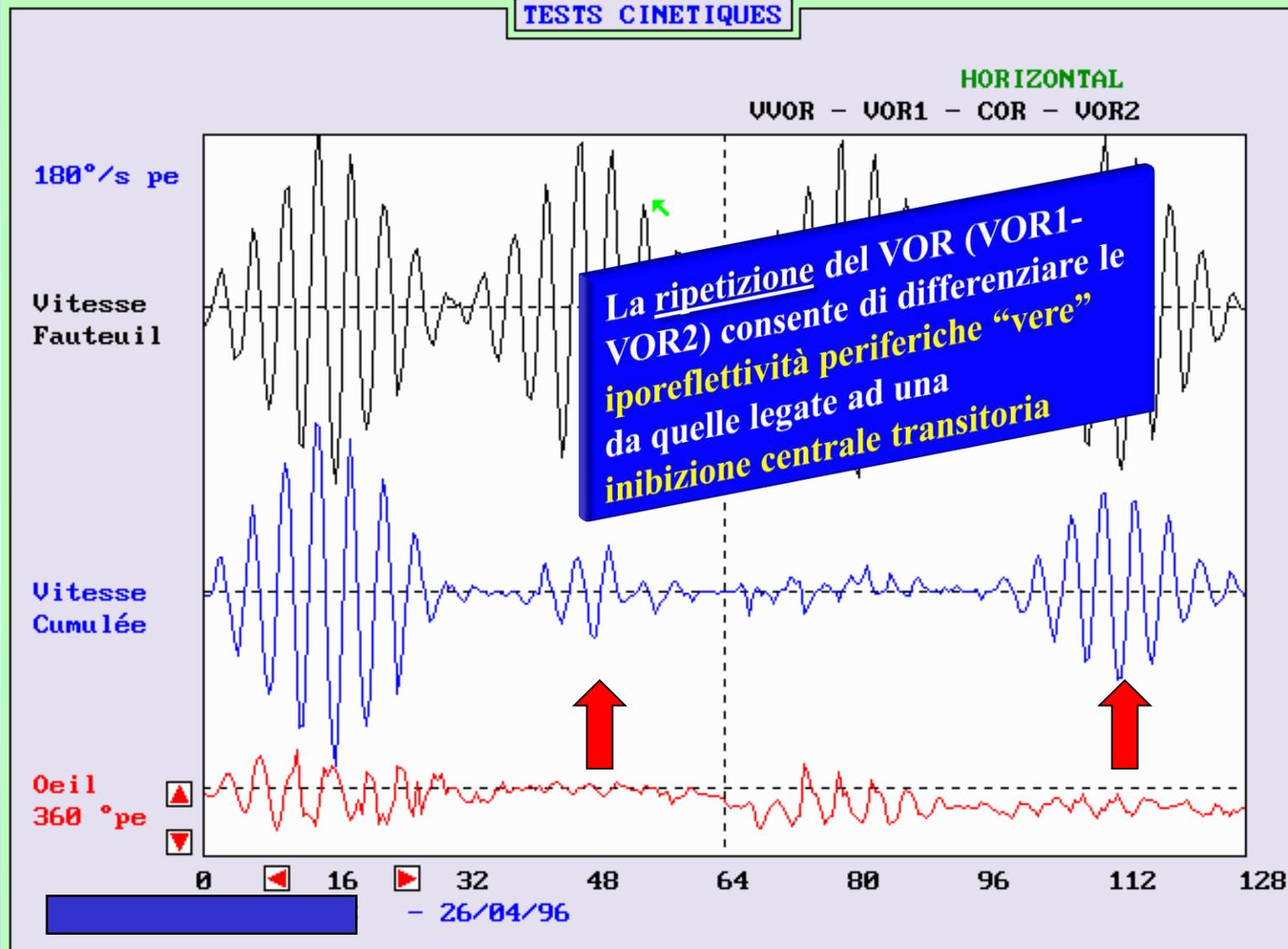
Si conclude per un'iporeflettività periferica quando il guadagno del VOR è costantemente basso, indipendentemente dalla strategia di disinibizione adottata

L'inibizione centrale: come individuarla e come ridurla?

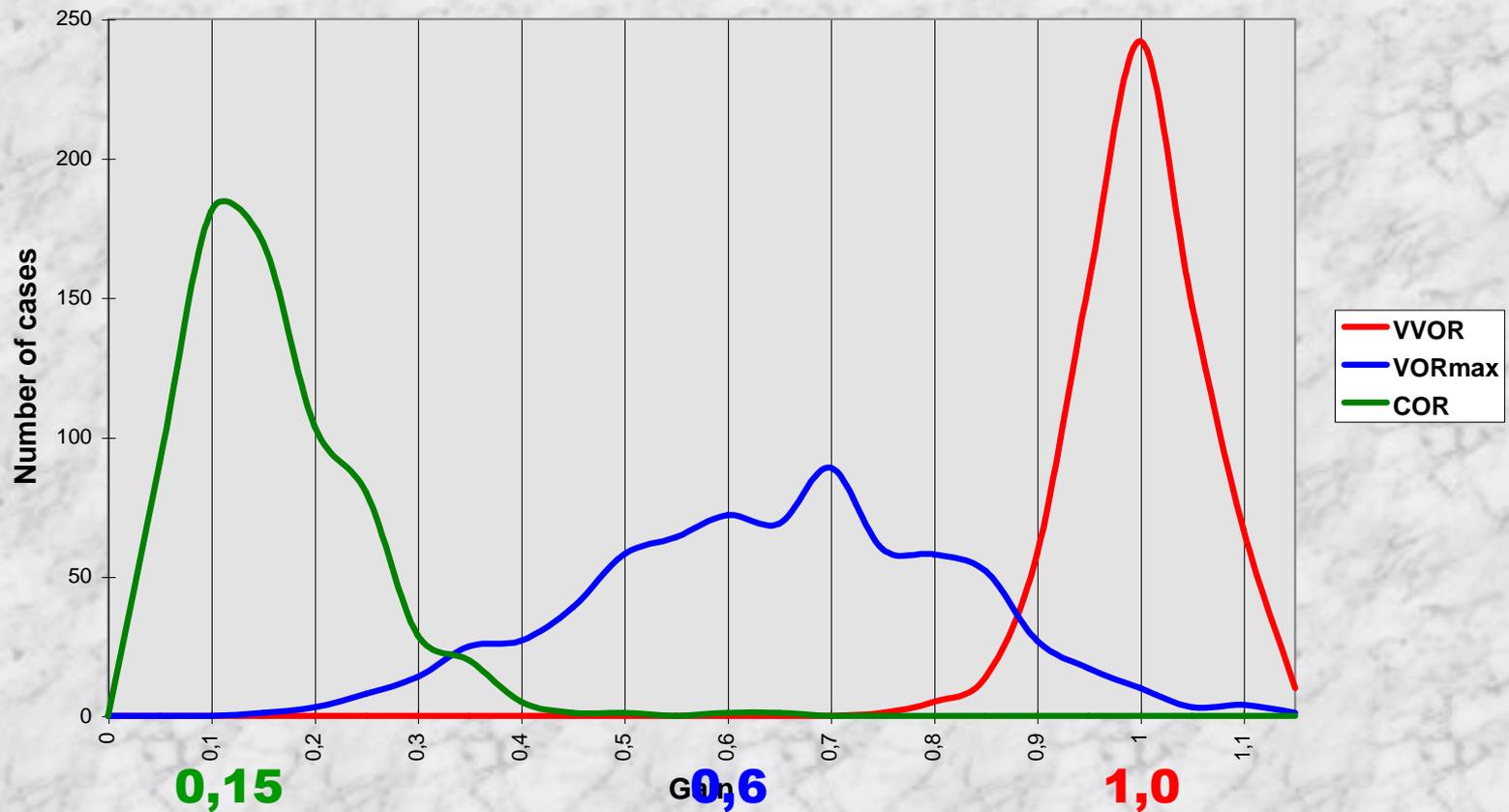
- Nelle condizioni d'esame si ha un'INIBIZIONE quando si constata una non proporzionalità (non linearità) tra l'evoluzione della stimolazione e l'evoluzione della risposta
- L'intervento dell'operatore deve allora essere immediato, e la sua strategia basata sul recupero effettivo e stabile della linearità delle risposte
- In caso di fallimento il test deve essere ripetuto

Per i risultati relativi al canale interrogato dovrebbero essere considerati solo i segmenti di traccia privi di inibizione

Aspetto di un'inibizione centrale



Istogrammi del *gain* in modo VVOR-VOR-COR



I PARAMETRI

3/6

LA PREPONDERANZA



2/3

La preponderanza direzionale (PD)

- **Definizione**: asimmetria significativa della risposta nistagmica evocata da una stimolazione di intensità simmetrica
- **Storia**: parametro scarsamente considerato perché nell'epoca ENG risultava pressoché impossibile distinguere movimenti dell'occhio molto lenti dagli artefatti secondari alle derive della tensione di polarizzazione degli elettrodi e/o del potenziale corneo-retinico
- **Misura**: % (**PD relativa**); °/sec (**PD assoluta**)

La preponderanza direzionale (PD)

- **Importanza**: definisce un'alterata funzionalità del sistema dell'equilibrio a livello vestibolare o extravestibolare (centrale, cervicale): è una testimone obiettiva dei disturbi del paziente e della compensazione centrale dinamica alle basse e medie frequenze

PD = SC

UENZE

PD assoluta o relativa?

- La Preponderanza Direzionale Relativa o **PDR** è espressa secondo una **percentuale** calcolata dalla formula seguente.
Questa non permette di confrontare l'intensità della PDR a quella di un eventuale Ny spontaneo

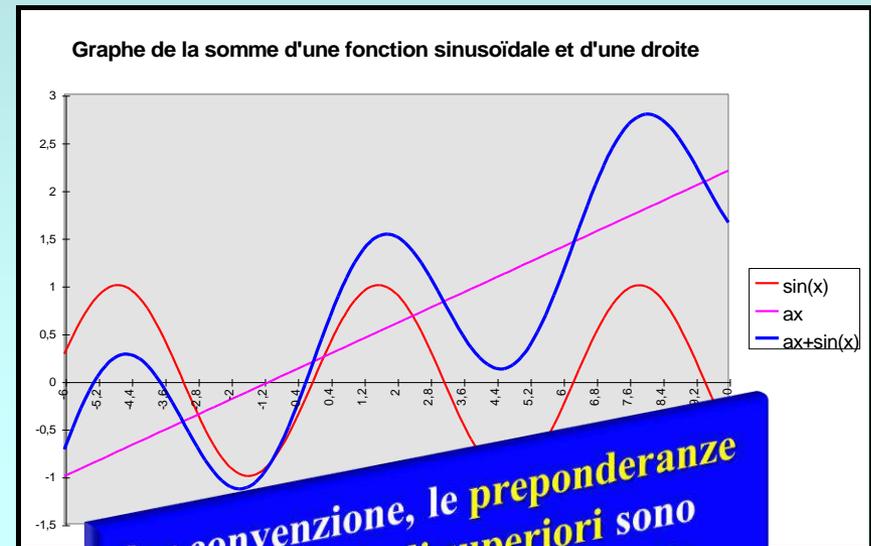
$$\text{PDR (\%)} = \frac{(\text{NyDx} - \text{NySin})}{(\text{NyDx} + \text{NySin})} \times 100$$

- La Preponderanza Direzionale Assoluta o **PDA** è la **velocità media** della cumulata espressa in **gradi/secondo**.
Di conseguenza, non solo il senso ma anche l'intensità del PDA possono essere confrontati con quelli del Ny spontaneo

*Al contrario dell'ENG, la **VNG** misura la fase lenta con una precisione tale da permette anche la comparazione tra PDA e Ny spontaneo*

Quantificazione della PD

- La somma di una sinusoide $[f(\sin x)]$ e di una retta $[f(ax)]$ produce una sinusoide inclinata
- Un paziente affetto da una PD presenta al test sinusoidale un Ny asimmetrico che produce una cumulata inclinata
- La PD costituisce una velocità che si somma alla fase lenta del Ny che va nel suo stesso verso e si sottrae alla fase lenta del Ny che va nel senso ad essa contrario

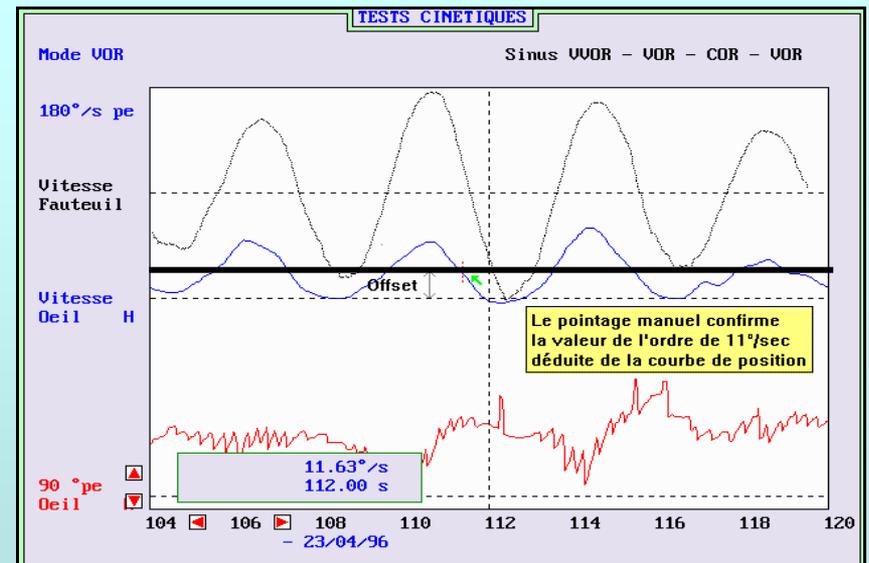
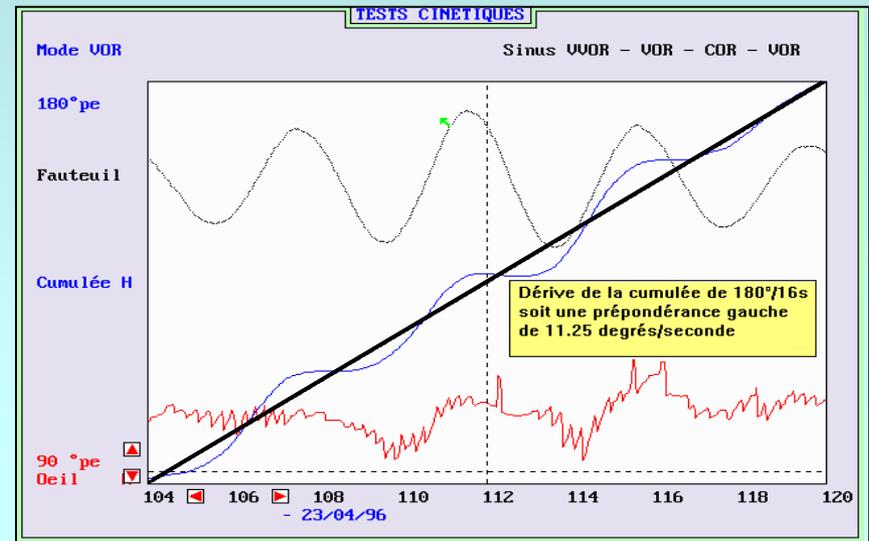


Per convenzione, le preponderanze sinistre e verticali superiori sono dirette verso l'alto mentre quelle destre e verticali inferiori sono dirette verso il basso



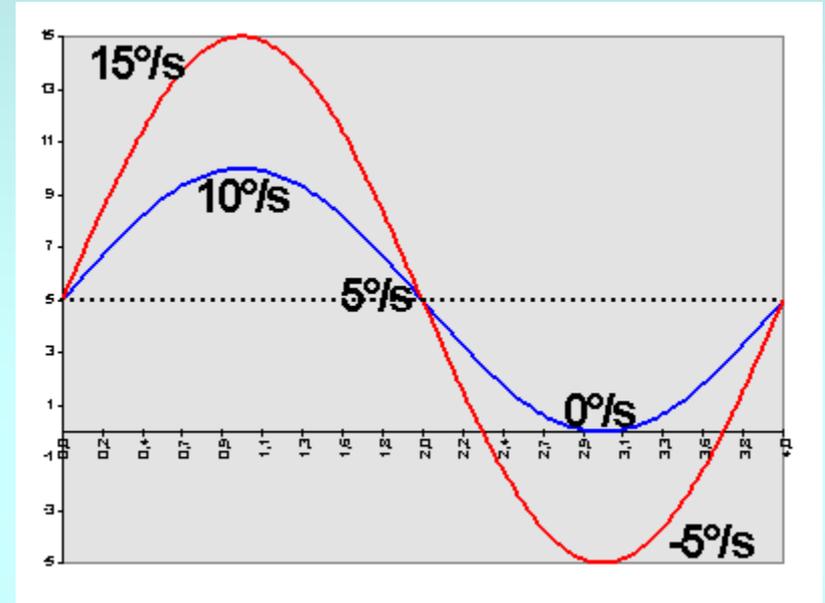
Quantificazione della PD

- La cumulata delle fasi lente si può scomporre in una *curva sinusoidale*, che esprime gain e fase, ed in una *retta*, che consente di misurare l'intensità della PD come pendenza della medesima ($v=ds/dt$)
- La derivata prima della cumulata [$f'(ax)=a$] trasforma questa pendenza in una retta orizzontale che passa per il valore medio della derivata o offset



La PDR non è pertinente

- Un paziente con una **PDA** d'intensità costante **5°/sec** (retta a puntini neri) subisce 2 tests pendolari consecutivi:
- Nel primo, la **PDR** è del **100%**
 $100\% = (|10| - |0|) / (|10| + |0|) \times 100$
- Nel secondo, il gain è duplicato e la **PDR** passa al **50%**
 $50\% = (|15| - |-5|) / (|15| + |-5|) \times 100$

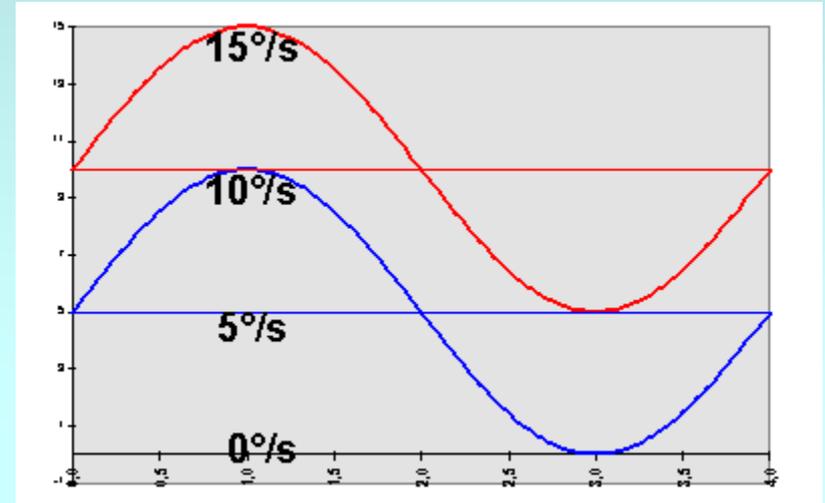


La **PDR** è molto sensibile alle variazioni del gain vestibolare

La **PDR** mescola due fenomeni indipendenti che sono la preponderanza da un lato e il gain dall'altro

La PDR riduce le informazioni

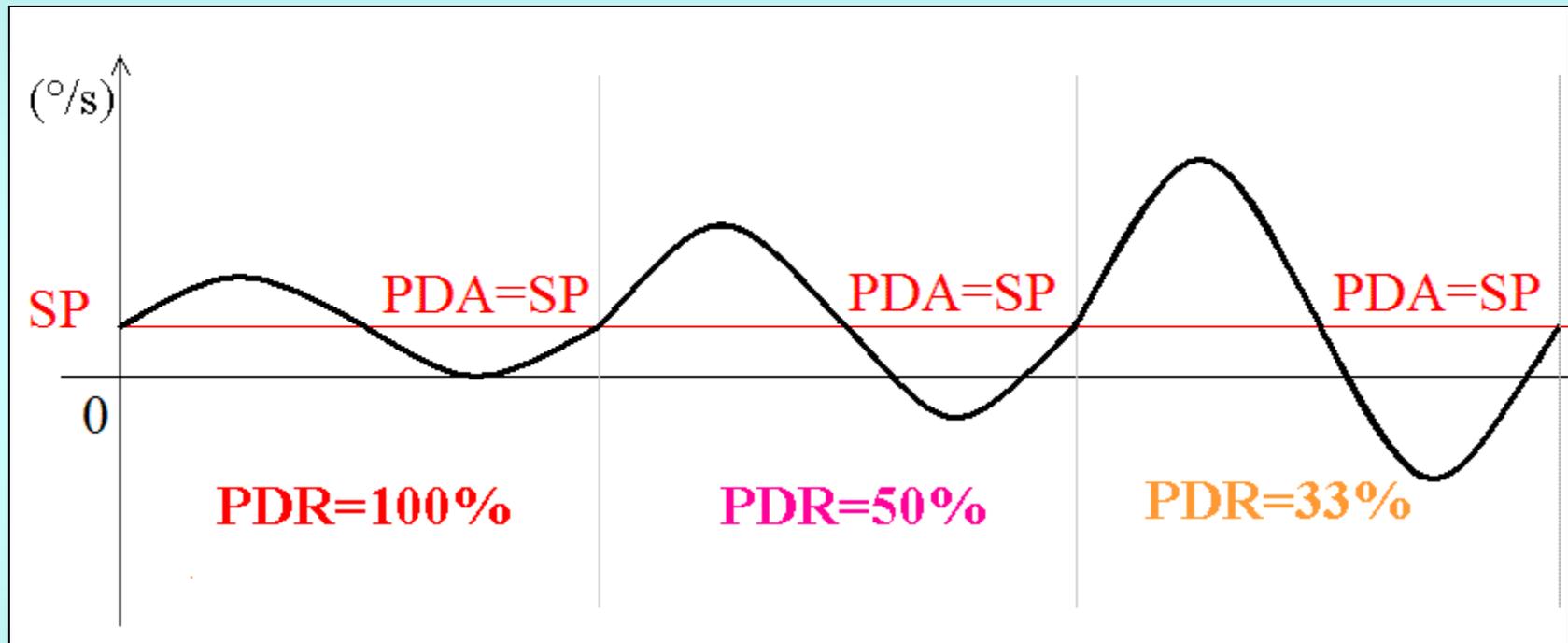
- Un'areflessia unilaterale acuta è vista al 2° ed al 10° giorno:
- al 2° gg, la **PDA** è di **10°/sec**, e la **PDR** del **100%**
(poiché il senso del Ny non si inverte mai)
- al 10° gg, la **PDA** è ridotta di metà a **5°/sec**, e tuttavia la **PDR** rimane sempre del **100%**
(poiché il senso del Ny non si inverte mai)



La PDR non rende alcun conto dei reali progressi della compensazione

La PDR non informa sulla reale evoluzione del compenso vestibolare

PD relativa, ma a che cosa?



*Mentre la **PDA** rimane costante come i disturbi lamentati dal paziente, la **PDR** tende a normalizzarsi con l'ampiezza della stimolazione e/o con il gain della risposta*

Significato della PD

- Il fenomeno della PD esprime un difetto di simmetria della Nygenesi, **SENZA ALCUNA PRESUNZIONE CAUSALE E/O TOPOGRAFICA**
- L'origine della PD può essere vestibolare, ma anche cervicale, centrale o mista
- Nella pratica clinica ORL oltre 1/4 delle PD rimangono senza la prova di un'origine vestibolare, ovvero la dimostrazione di un deficit periferico unilaterale
- Viceversa, l'assenza di PD non esclude la presenza di un deficit vestibolare, poiché circa 1/3 dei deficit è compensato

Le 3 sedi topografiche della PD

- **Centrale**: sospettata in caso di sintomi centrali (cefalea, perdita di conoscenza), e di segni centrali (alterazioni oculografiche, indice di fissazione, paralisi dei nn. cranici). [Nota storica: nel passato si affermava che una sindrome centrale era certa se vivano rilevati più di 3 segni centrali tra loro indipendenti (J.P. Demanez)].
- **Cervicale**: sospettata se non è presente alcun indice di centralità o di disfunzione vestibolare presente o pregresso, in concomitanza ad una sintomatologia cervicale.
Da sottolineare che, per causare una preponderanza da asimmetria di afferentazione, bisogna che il danno cervicale sia asimmetrico.
- **Vestibolare**: sarà frequente in caso di pazienti selezionati, ovvero in cui siano state escluse le origini centrali e cervicali da parte dei Medici di Medicina Generale e degli ORL di primo livello.

Da qui in avanti verranno considerate solo quelle di origine vestibolare

L'interpretazione della PD

Nelle sindromi periferiche la preponderanza risulta dall'evoluzione di due forze di senso opposto:

- Una dovuta alla variazione unilaterale \pm rapida della frequenza di scarica del vestibolo a riposo,
 - nel senso di un aumento (idrope, irritazione)
 - nel senso di una diminuzione (ipopressione, lesione)
- L'altra legata alla lenta riorganizzazione dei centri, volta ad annullare gli effetti di questa asimmetria periferica sui muscoli oculari e scheletrici

La preponderanza è tanto più intensa quanto la velocità dell'evoluzione della patologia periferica è superiore alla velocità del processo di compensazione centrale

Spontaneo - Rivelato - Preponderanza

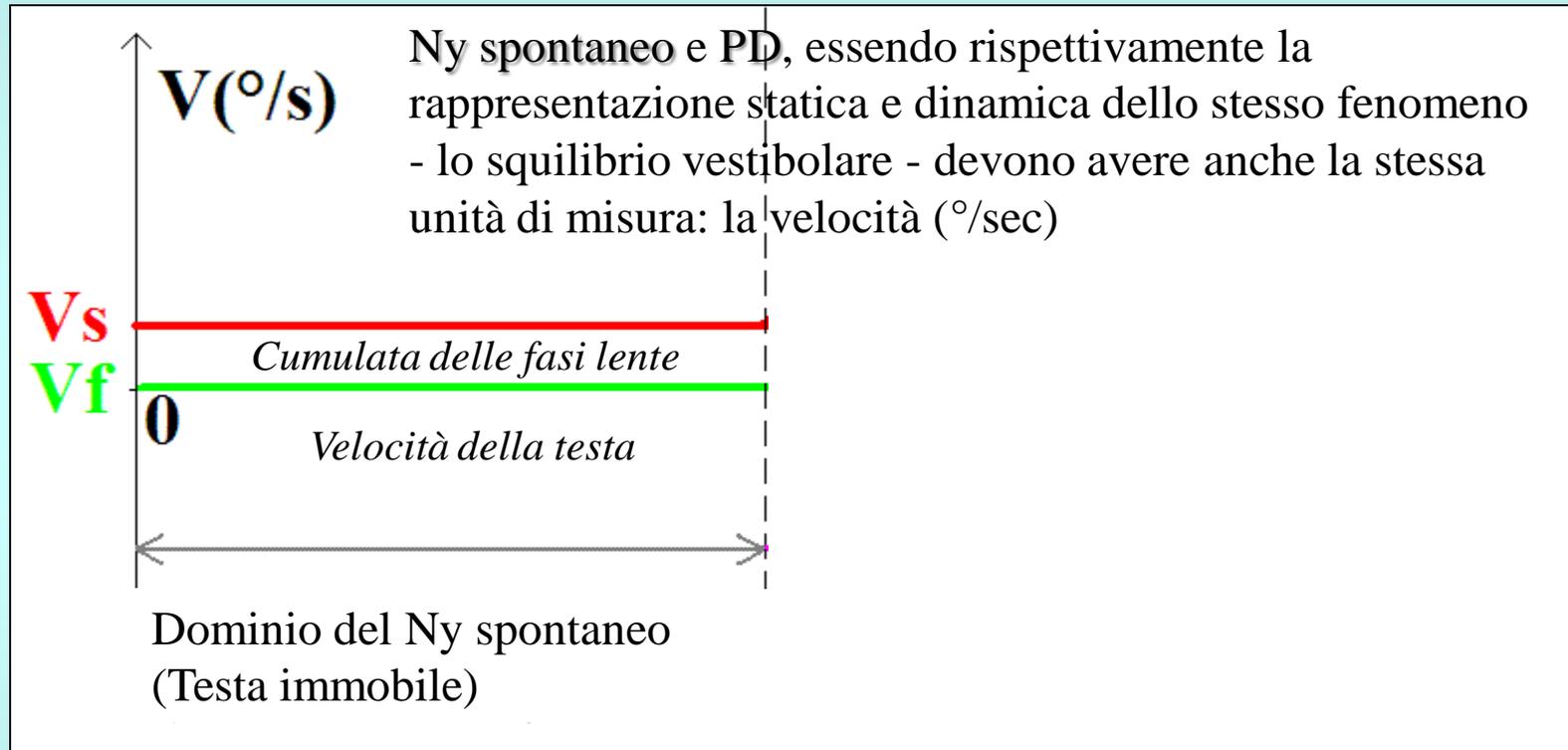
conseguenze pratiche:

- Questi termini designano lo stesso fenomeno osservato sotto in condizioni differenti
- In ordine di sensibilità crescente:

- 1 - Statica: **Ny spontaneo**
- 2 - Post-dinamica: **Ny rivelato**
- 3 - Dinamica: **Preponderanza**

Spontaneo - Rivelato - Preponderanza

osservazioni cliniche:



Si passa senza transizione dal Ny spontaneo alla PD non appena si considera l'assenza o la presenza del movimento della testa

Spontaneo - Rivelato - Preponderanza

osservazioni cliniche:

- Tenuto conto del grado di sensibilità della VNG e della inevitabile presenza di artefatti aleatori, come gli *ammiccamenti palpebrali ripetuti* o i *decentramenti prolungati dello sguardo*, è normale rilevare fenomeni di PD non patologici, che si esprimono soprattutto in un'inversione del senso della PD tra un test ed un retest
- Al fine di stabilire i limiti tra valori patologici e normali della PDA, è stato adottato il criterio della riproducibilità dell'asimmetria delle risposte. Il senso della PD non può invertirsi da un test all'altro se il valore della PDA è

0°/sec Normale **>2°/sec** Patologico 10°/sec →

Spontaneo - Rivelato - Preponderanza

osservazioni cliniche:

- L'assenza di Ny spontaneo non presume per nulla l'assenza di PD
- Se esiste un Ny spontaneo allora la PD è sempre presente con lo stesso verso e con un'intensità tanto maggiore, rispetto allo spontaneo, quanto più forte è la stimolazione
- L'influenza della posizione della testa si può valutare in modo più sensibile sulla PD che sul Ny di posizione
- Anche qualora osservazioni cliniche ci consentano di considerare probabile l'origine vestibolare di una PD, il verso di quest'ultima **non** permette assolutamente di determinare il lato del labirinto coinvolto

Spontaneo - Rivelato - Preponderanza

osservazioni cliniche:

- Una **PD leggera**, $<2^\circ/\text{sec}$, si accompagna ad un rivelato ma resta compatibile con uno Ny spontaneo nullo
- Una **PD media**, da 2 a $5^\circ/\text{sec}$, si accompagna ad un Ny spontaneo, ma questo è di regola meno intenso
- Una **PD intensa**, da 5 a $10^\circ/\text{sec}$, o **molto intensa**, $>10^\circ/\text{sec}$, è sempre associata ad un Ny spontaneo di intensità prossima o uguale

Preponderanza, ipovalenza e sintomatologia vestibolare

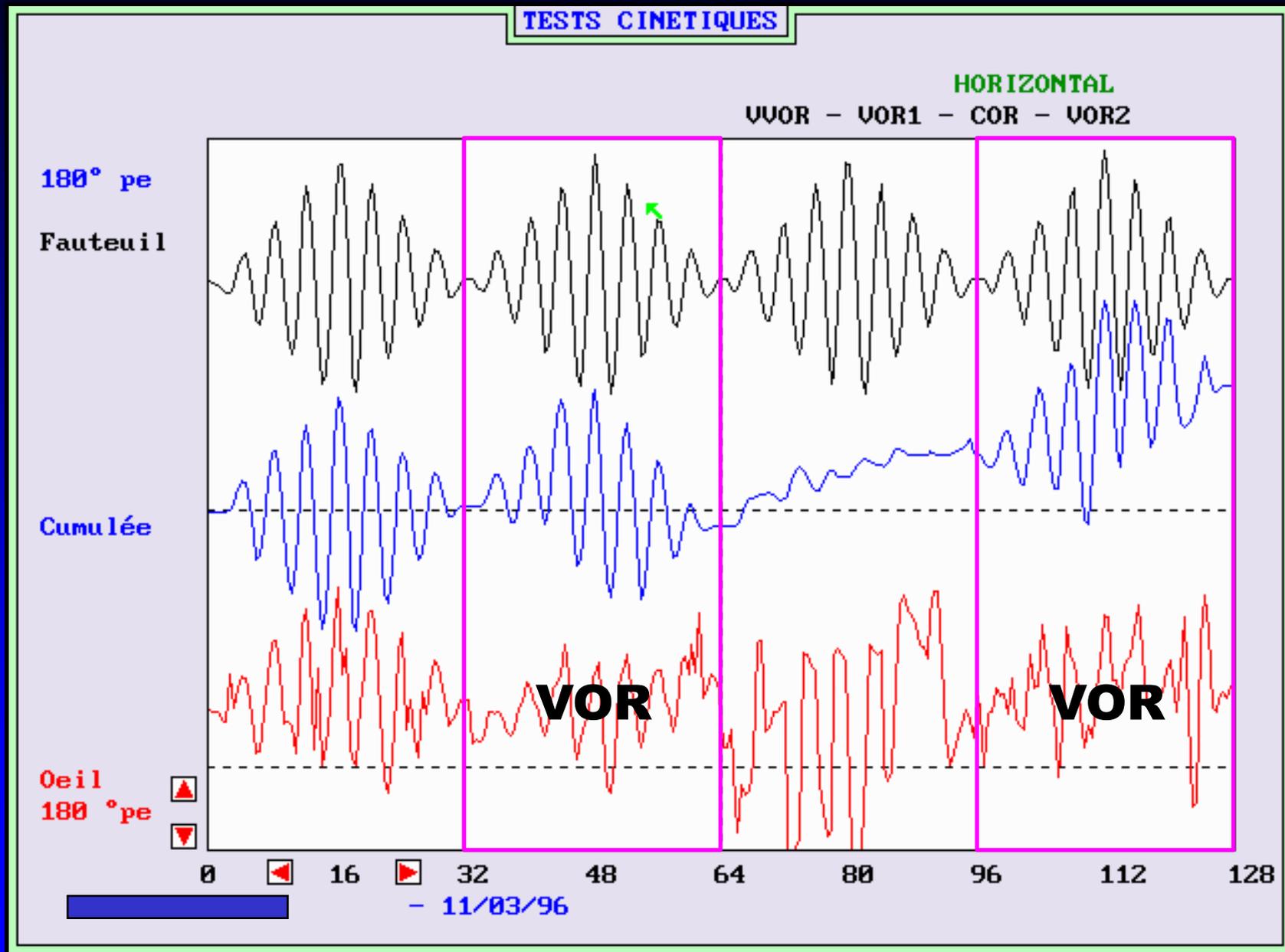
- Una preponderanza molto intensa produce una sindrome semi-invalidante o invalidante: l'intensità della PDA è dunque un buon indice per seguire l'evoluzione di una sindrome
- All'opposto un'areflessia unilaterale compensata è asintomatica: la misura dell'ipovalenza alle prove termiche e/o del gain al V-HIT è quindi indispensabile per concludere la normalità periferica bilaterale

Ny spontaneo e/o Preponderanza vs sintomatologia vestibolare

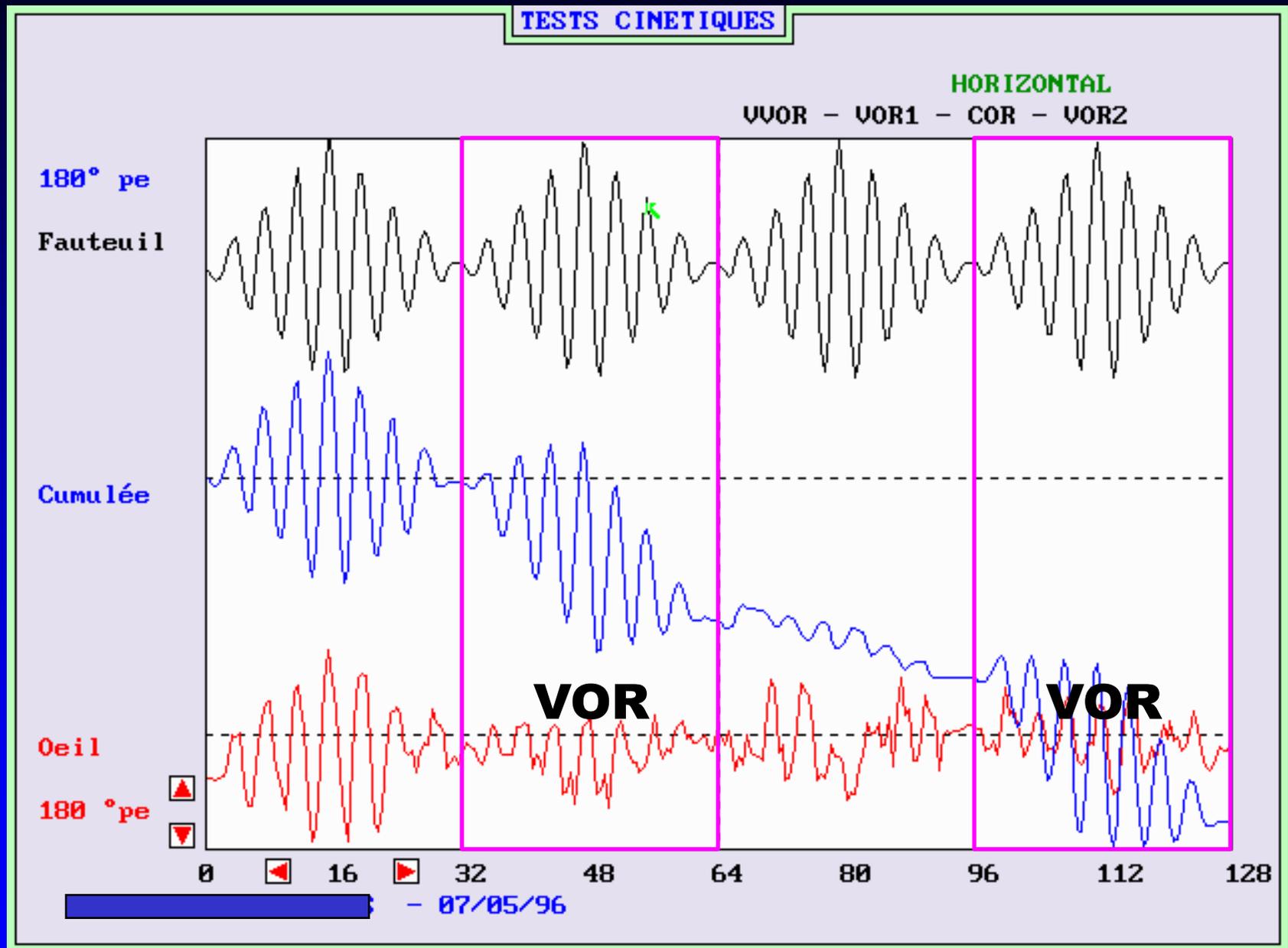
	<i>VESTIBOLO- -OCULARE</i>	<i>VESTIBOLO- -SPINALE</i>	<i>VESTIBOLO- -VEGETATIVA</i>	<i>VESTIBOLO- -CORTICALE</i>
<i>PD < 2 /sec</i> <i>LEGGERA</i>	Nessun disturbo della visione	Nessun disturbo della marcia	Nessun segno o sintomo	Nessuna sensazione
<i>2 /sec < PD < 5 /sec</i> <i>MEDIA</i>	Nessun disturbo della visione	Instabilità transitoria	Talora inappetenza	Vaga insicurezza nell'equilibrio
<i>5 /sec < PD < 10 /sec</i> <i>INTENSA</i>	Difficoltà nella fissazione	Instabilità persistente	Nausea	Senso di fluttuazione
<i>PD > 10 /sec</i> <i>MOLTO INTENSA</i>	Instabilità o rotazione dell'ambiente	Instabilità invalidante	Nausea, vomito, sudorazione, pallore	Senso di vertigine

*La proporzionalità tra i segni ed i sintomi
è uno dei caratteri distintivi delle sindromi di origine periferica*

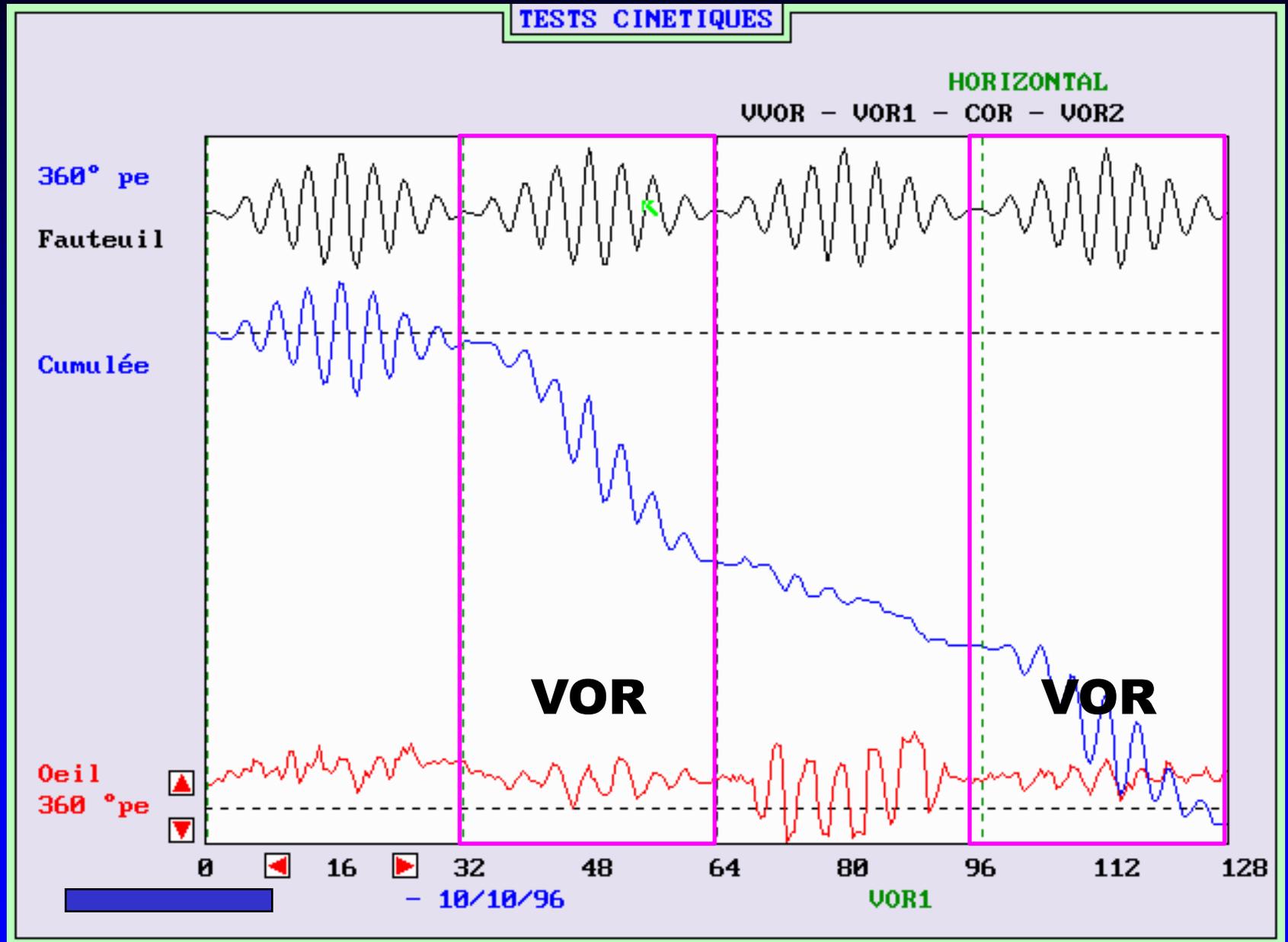
Preponderanza direzionale non significativa



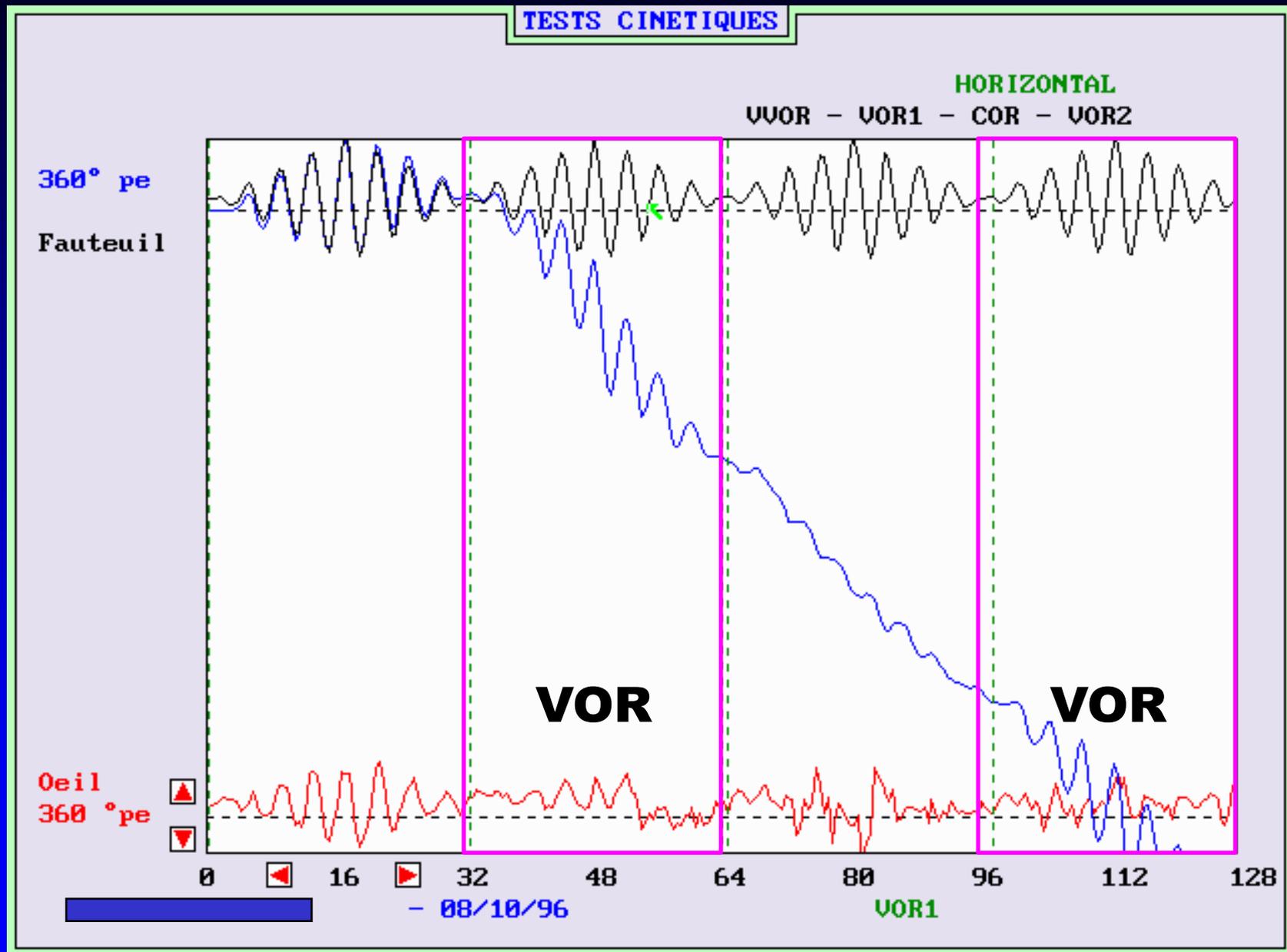
Preponderanza direzionale di grado lieve



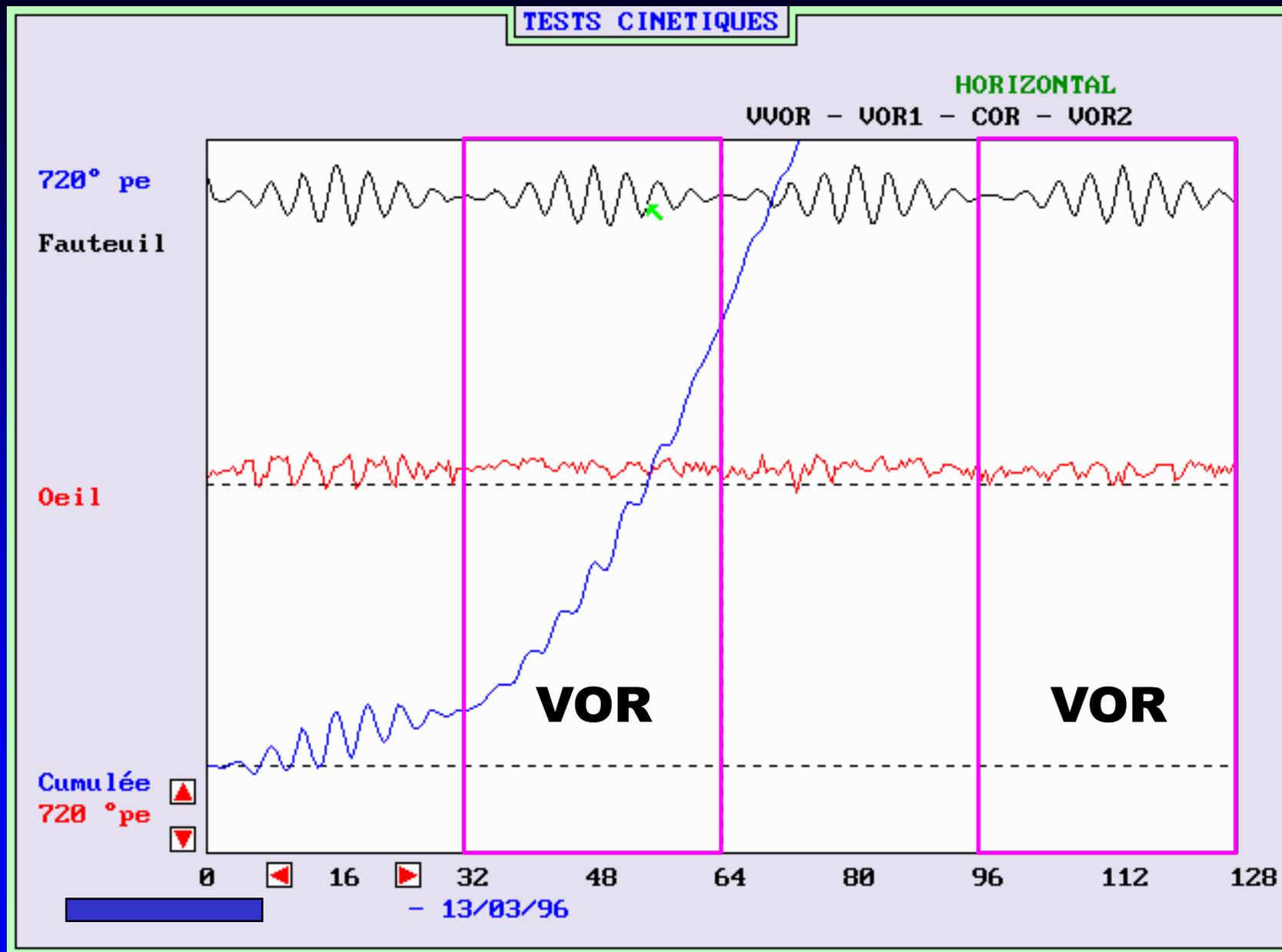
Preponderanza direzionale di grado moderato



Preponderanza direzionale di grado marcato

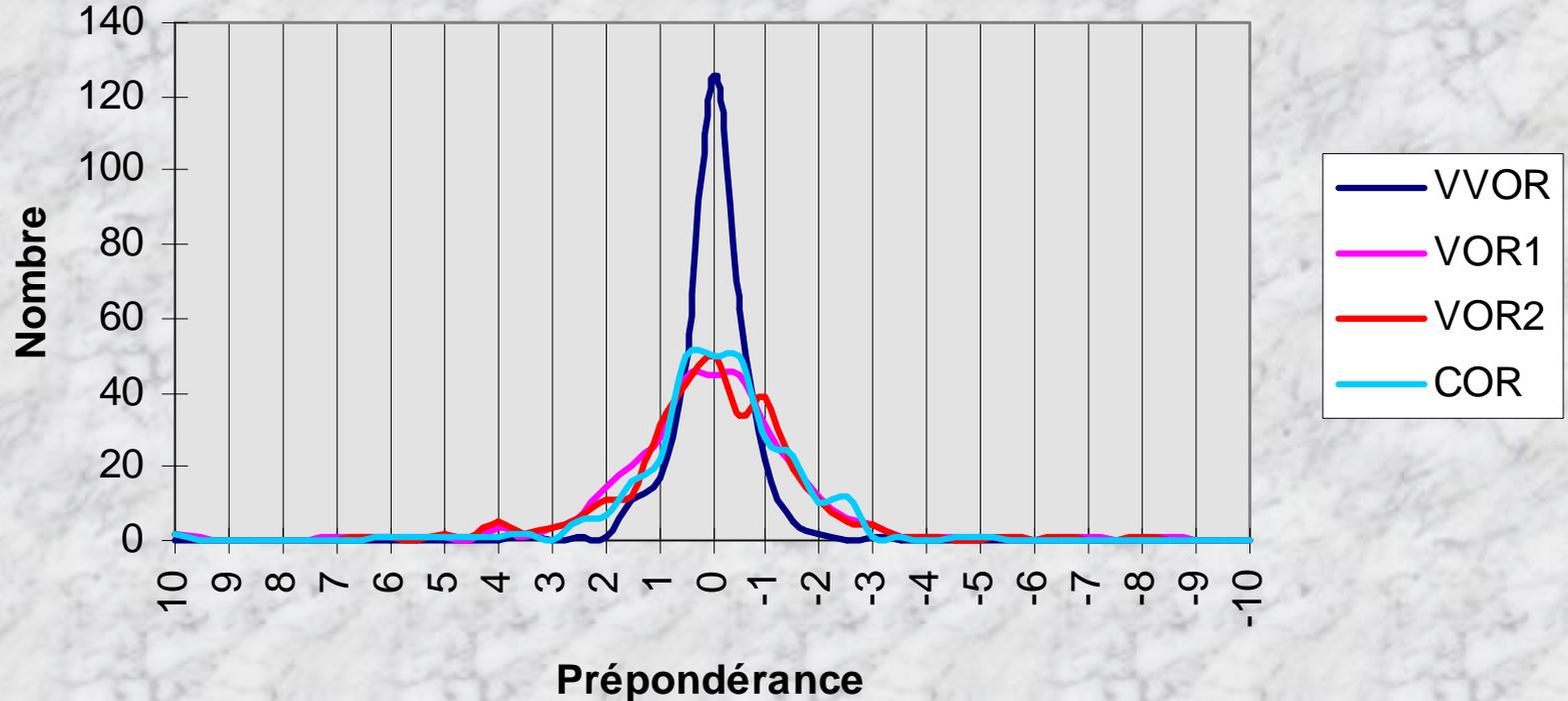


Preponderanza direzionale di grado molto marcato



Istogrammi della *preponderanza* in modo VVOR-VOR-COR

Ecart-type : VVOR=0,7 - VOR=1,8 - COR=2
0°/sec



LA PREPONDERANZA

AUDIOLOGIA-NEWSLETTER
7:4 2002, Società Italiana di Audiologia

LA RILEVAZIONE DELLA PREPONDERANZA DIREZIONALE ASSOLUTA CON METODICA VIDEONISTAGMOGRAFICA (VNG): UN SIGNIFICATIVO INDICE DI COMPENSO FUNZIONALE NELLA DIAGNOSTICA VESTIBOLARE.

Enrico Armato, Emanuele Ferri, Erik Ulmer*

Unità Operativa Autonoma di Otorinolaringoiatria – ULSS 13 – Ospedale Civile di DOLO (VE),
*Service de Otorhinolaryngologie, Hôpital Nord, Marsiglia (Francia)

Sarò lieto di inviare il pdf dell'articolo
a chiunque ne farà richiesta

armato.otovest@iol.it

I PARAMETRI

3/6

LA FASE



3/3

La fase

- La fase esprime l'anticipo od il ritardo della risposta rispetto allo stimolo; la sua unità di misura é il grado ($^{\circ}$)
- Al fine di semplificare la lettura dei grafici è convenzione, rispetto all'ENG, invertire il senso del movimento della poltrona in rapporto a quello oculare (Dx-decrescente, Sin-crescente); è così possibile una sovrapposizione comparativa tra movimento della poltrona e cumulata delle fasi lente, nelle modalità VVOR e VOR

La fase

- Per assicurare una visione stabile, l'occhio si muove in senso opposto alla testa, e di conseguenza in opposizione di fase
- Un gain = 1.00 garantisce una visione stabile ma la fase non deve essere alterata
- Nella gamma dei movimenti fisiologici della testa, la fase è assai vicina a 0°

$$TimeCost = \frac{1}{2\pi f \tan \theta}$$

TimeCost = costante di tempo

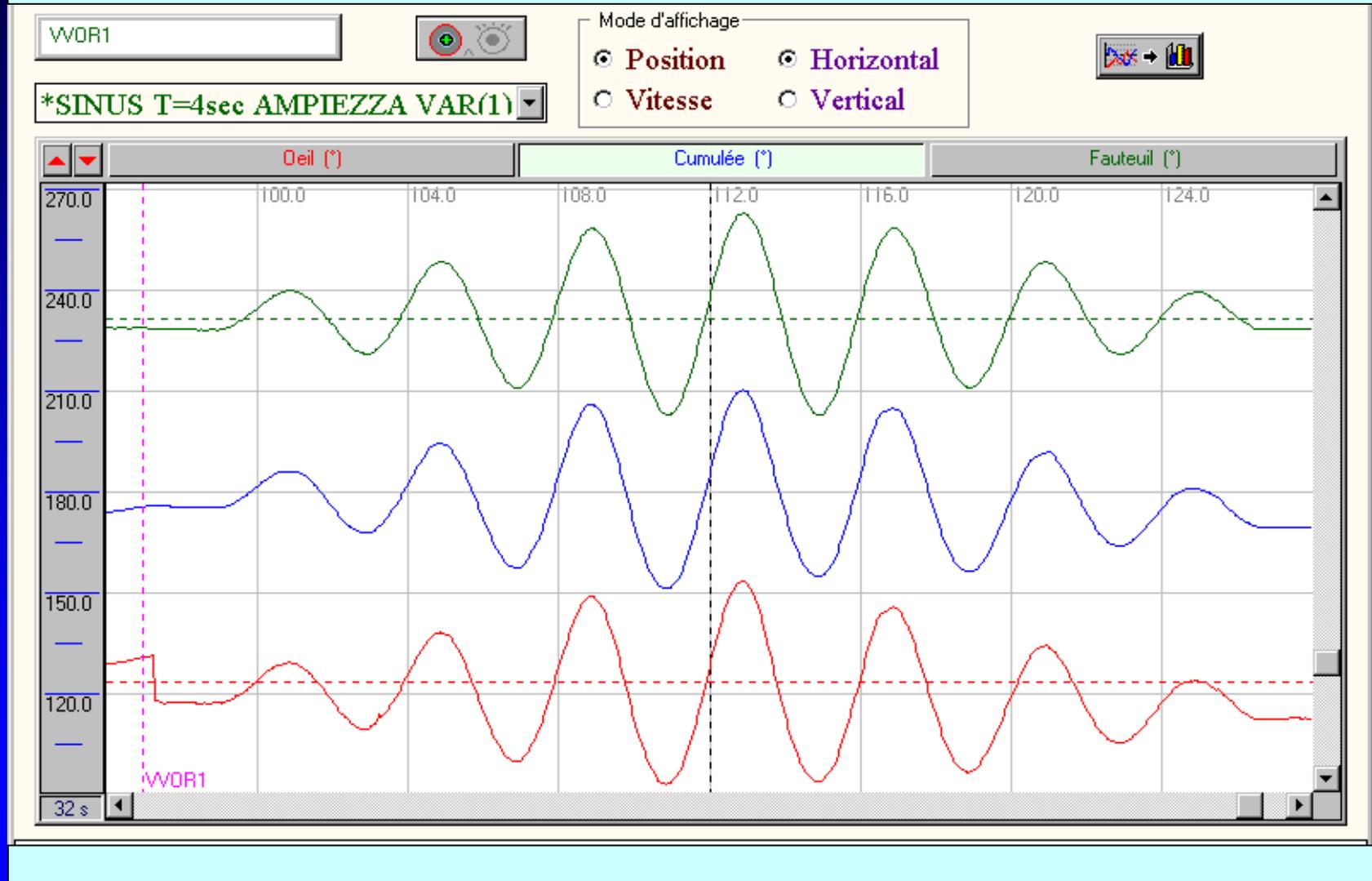
f = frequenza di oscillazione

θ = sfasamento

Alle medie frequenze tra 0,1 e 0,5Hz uno sfasamento maggiore di 20° è patologico, ed evoca un'alterazione della banda passante del VOR

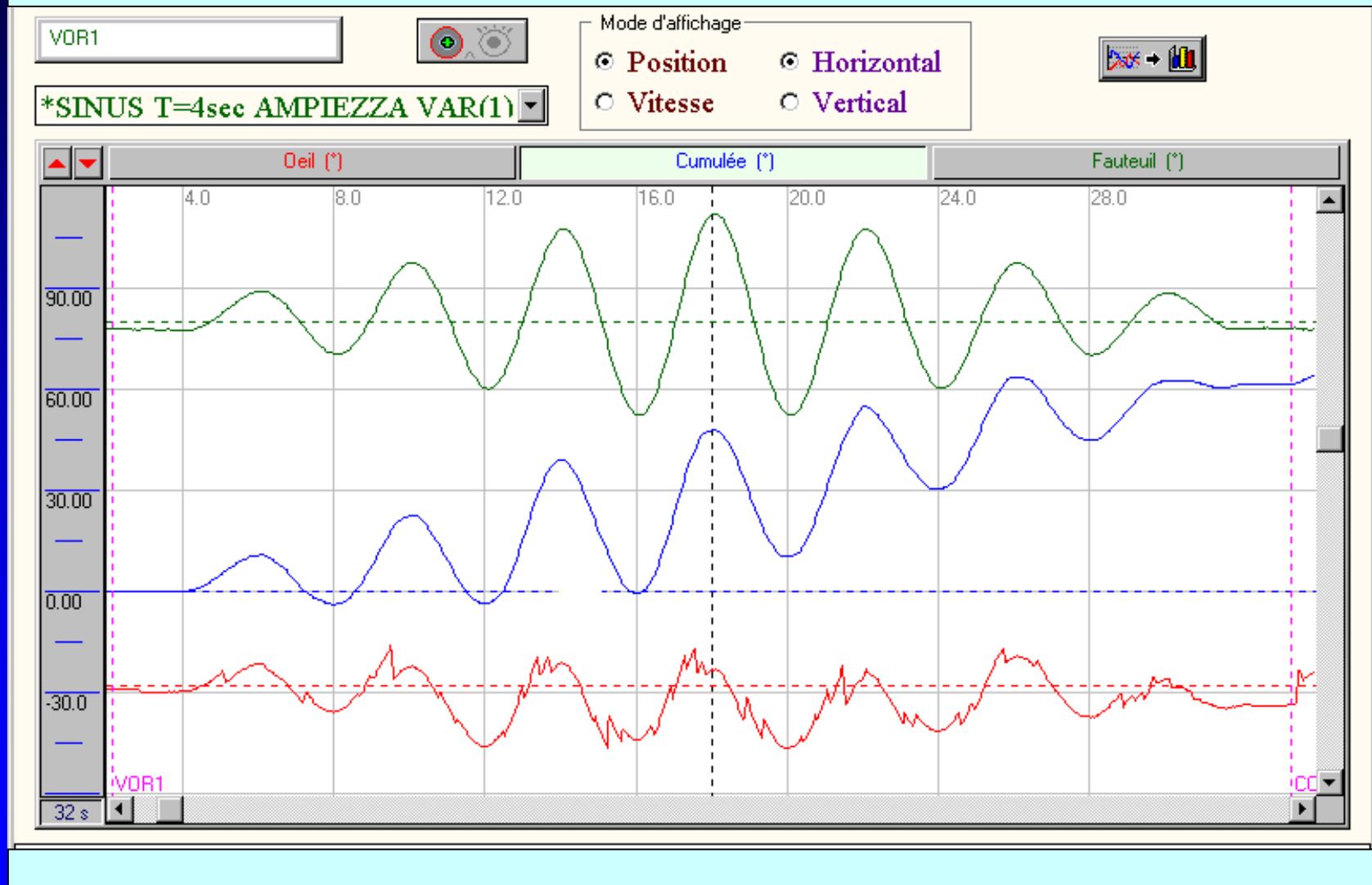
Fase della cumulée e della poltrona (VVOR)

IN FASE



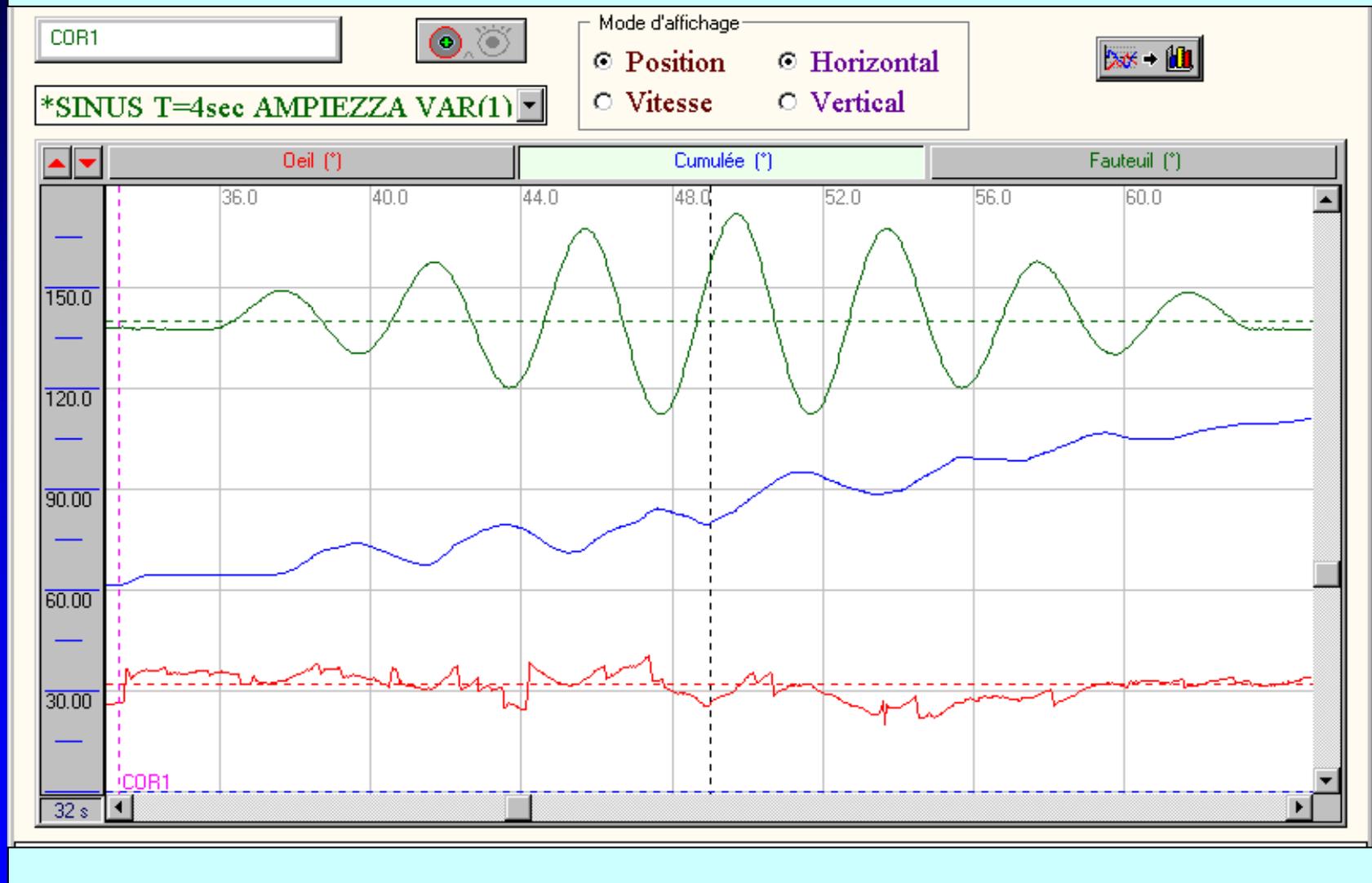
Fase della cumulée e della poltrona (VOR)

IN FASE

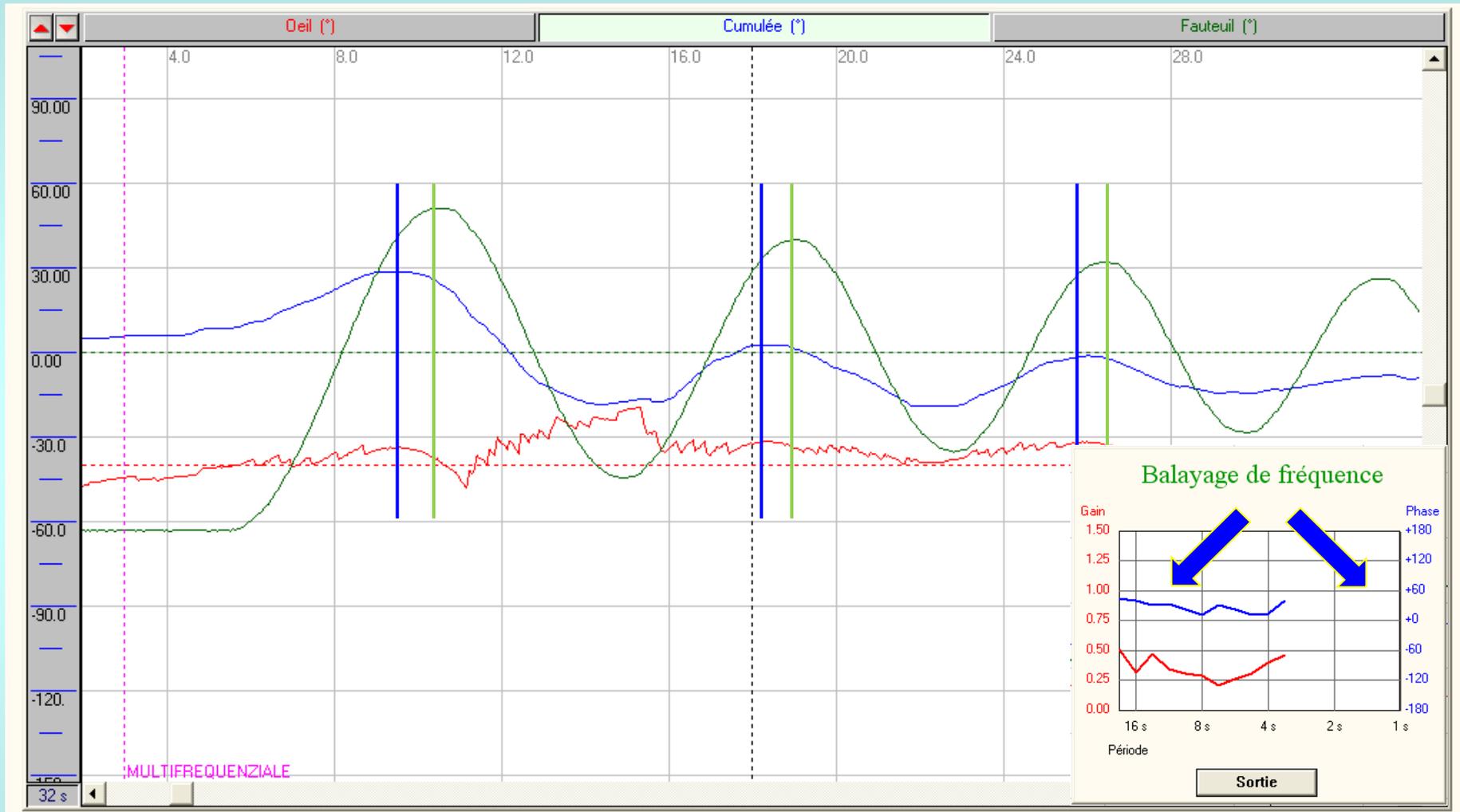


Fase della cumulée e della poltrona (COR)

IN OPPOSIZIONE DI FASE!

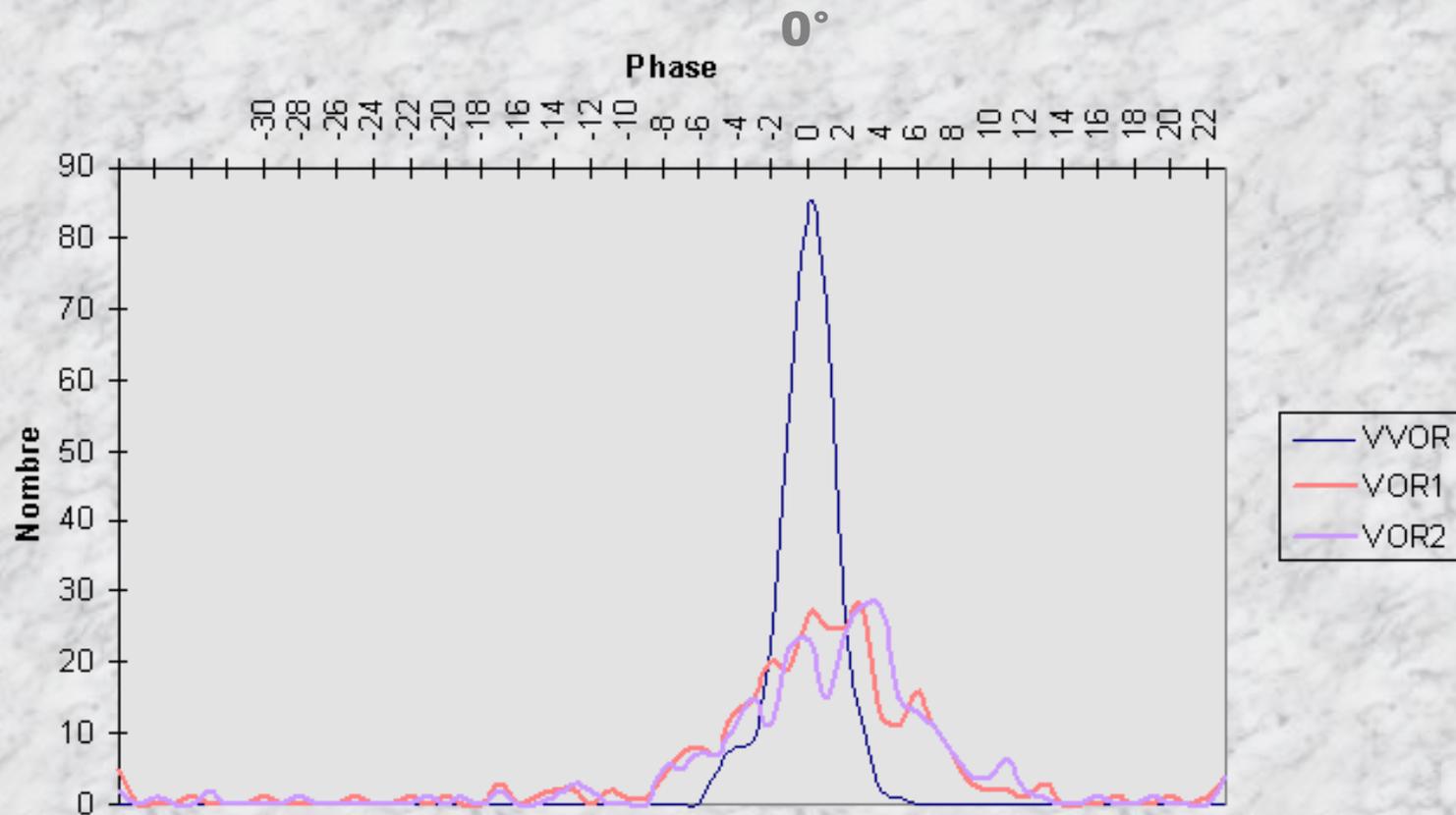


Sfasamento in modalità VOR

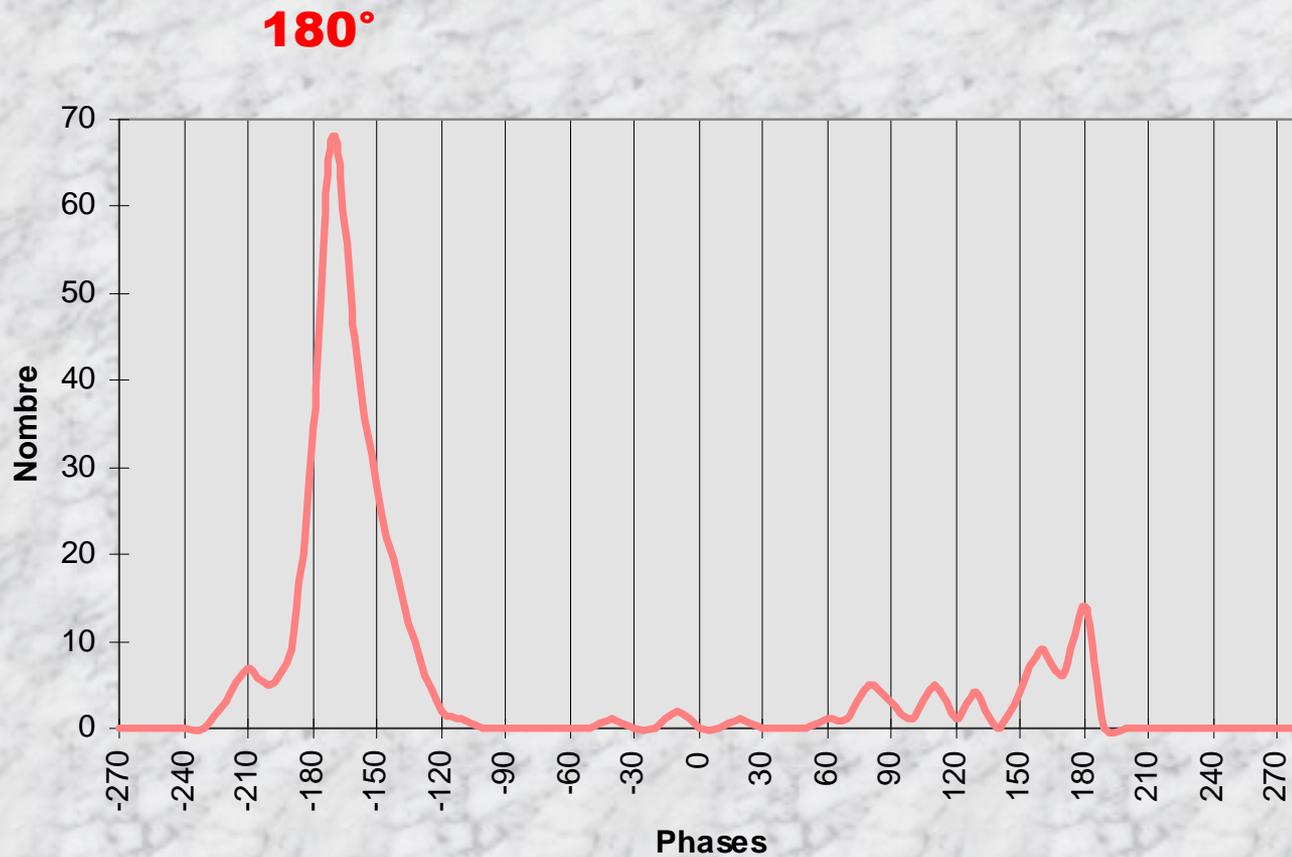


Un tale anticipo di fase evoca una banda passante passa-alto

Istogrammi della *fase* in modo VVOR-VOR



Istogramma della *fase* in modo COR



**L'inversione di fase della risposta è garanzia di una corretta registrazione del COR:
ciò la differenza da un VOR frutto di una maldestra esecuzione del test**

I RIFLESSI OCULOMOTORI

4/6

IL VOR



1/3

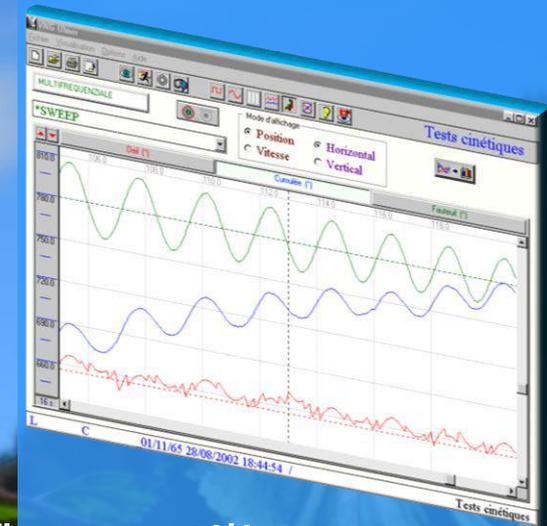
VOR

Oscillazioni del capo di piccola ampiezza
= solo fase lenta N_y , senza saccadici!



VOR

Oscillazioni del capo di piccola ampiezza
= solo fase lenta N_y , senza saccadici!



Il VOR è indotto dai movimenti della testa; il riflesso utilizza informazioni di origine vestibolare legate all'accelerazione del capo

Il VOR genera in risposta una deviazione degli occhi di uguale velocità ed in direzione opposta.

La posizione degli occhi nello spazio e l'immagine visiva sulla retina rimangono pertanto stabili.

I RIFLESSI OCULOMOTORI

4/6

IL COR: TEST CERVICALE DI GRENIER & CONRAUX (1964)



2/3

Greiner G F, Conraux C, Picart P, Beyer P.

L'enregistrement du nystagmus réactionnel d'origine cervicale.

***Rev O.N.O.* 1964; 36: 3**

- ❑ **Il paz. è seduto, la testa flessa a 30°, e gli occhi aperti sotto la maschera VNG**
- ❑ **La poltrona oscilla sinusoidalmente verso Dx e verso Sin**
- ❑ **La testa del paz. viene mantenuta ferma nello spazio dall'esaminatore, mentre le spalle seguono il movimento dello schienale**
- ❑ **Le mani dell'esaminatore non devono entrare in contatto con la maschera**

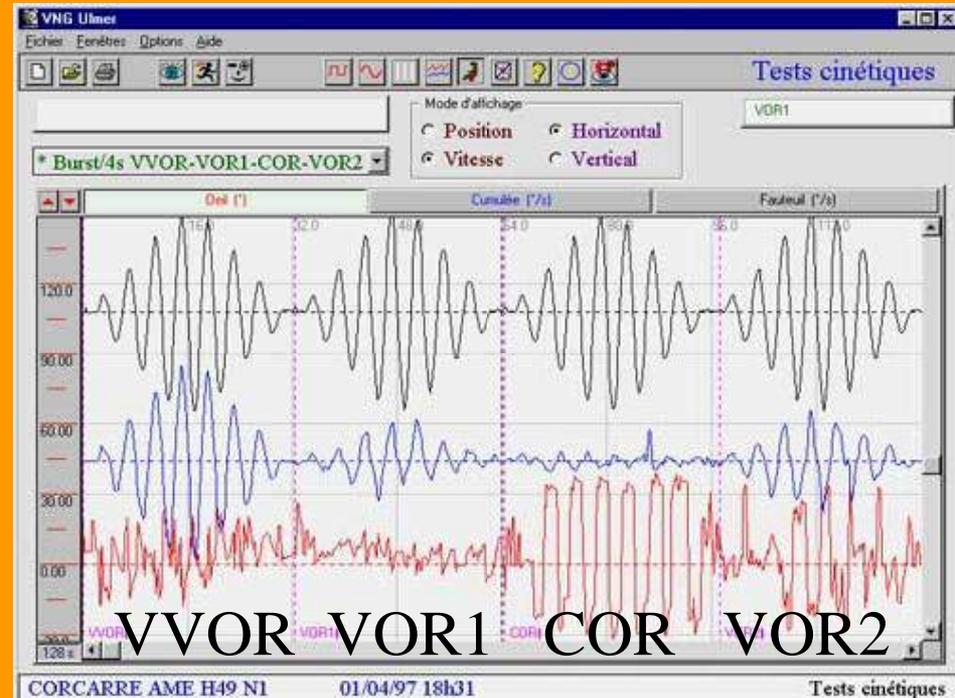
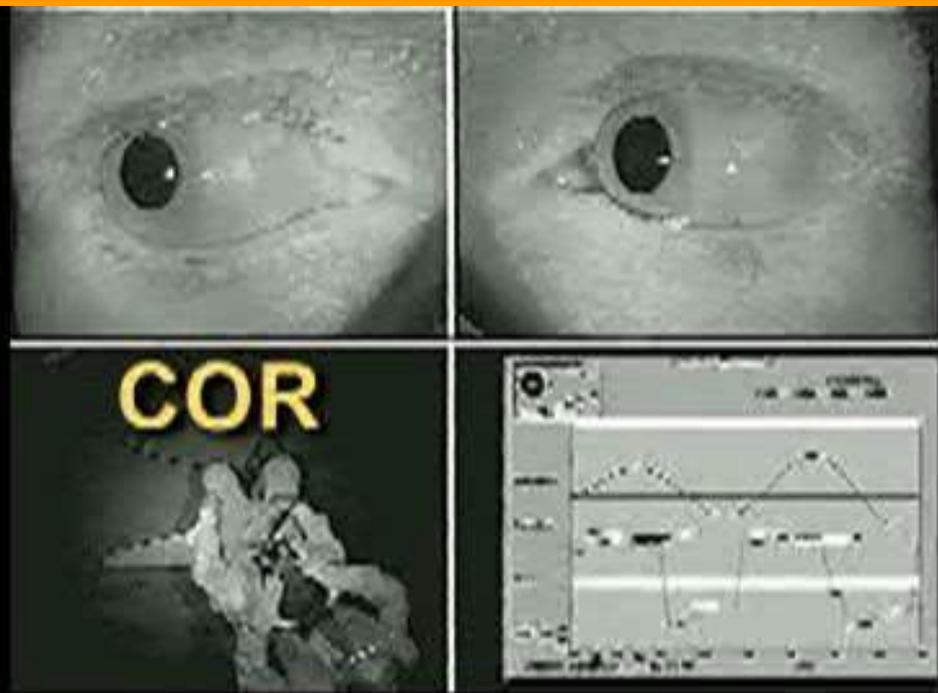
Greiner G F, Conraux C, Picart P, Beyer P.

L'enregistrement du nystagmus réactionnel d'origine cervicale.

***Rev O.N.O.* 1964; 36: 3**

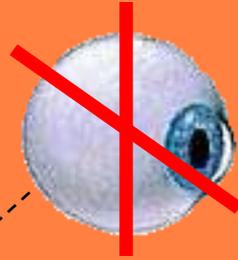
- ❑ **La testa del paz. non è sempre esattamente situata sull'asse di rotazione della poltrona; essa potrà avere talora qualche movimento di traslazione, teoricamente suscettibile di stimolare i recettori otolitici. Ma l'esperienza dimostra che questi ultimi hanno un effetto trascurabile sul guadagno del COR**

La prova cervicale dinamica (COR) normale

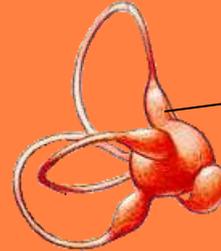


Gain del COR normale $< 0,2$

Fisiologia del COR



Non disponibile



Testa immobile in rapporto allo spazio

La prova di Conraux rappresenta una situazione di conflitto sensoriale; il sogg. normale non presenta Ny durante il test perché il peso sinaptico delle entrate vestibolari è normalmente più elevato di quello delle entrate cervicali



Testa in rotazione in rapporto alle spalle

Solo il vestibolo informa sull'immobilità della testa nello spazio durante il COR

VOR

Rotazione della sedia verso Dx

Nessun movimento apparente della testa rispetto le spalle

Fase lenta verso Sin

Saccadico di rifissazione verso Dx

Relazione di fase tra movimento della sedia e N_y

COR

Rotazione della sedia verso Dx

Movimento "apparente" della testa verso la spalla Sin

Saccadico volontario di grande ampiezza verso Sin

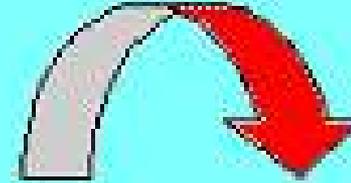
Assenza di fase lenta verso Dx (plateau)

Relazione di controfase tra movimento della sedia e N_y

VOR



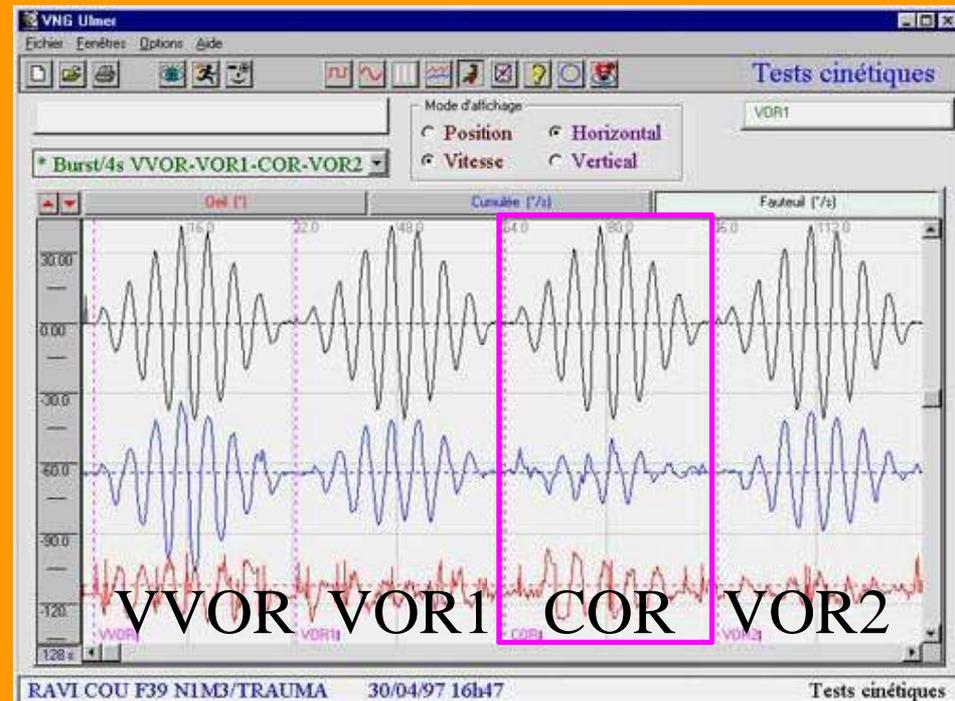
COR



Nel **COR** si vedono ampi saccadici, diretti in senso opposto a quello di rotazione della poltrona, ma non risposte nistagmiche

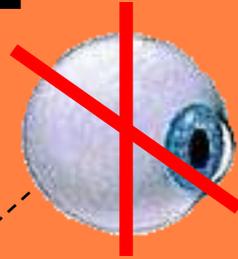
Nel **COR** il soggetto anticipa la direzione di sguardo nel verso del movimento apparente del capo e non effettua, come avviene durante il **VOR**, un movimento lento di controrotazione dell'occhio

(1) La prova cervicale dinamica (COR) con gain ↑

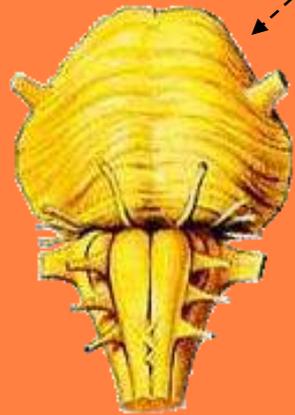


Donna di 39 anni in un contesto clinico di traumatismo cervicale

(1) Fisiopatologia del COR



Non disponibile



Normale



Attivo

Un aumento del guadagno del COR non proviene necessariamente eccesso di afferenze cervicali ma piuttosto da un'inversione dei pesi sinaptici che i nuclei usualmente applicano alle afferenze vestibolari e cervicali



Afferenze propriocettive normali e/o alterate

In un'alterazione funzionale cervicale è possibile che il gain del COR sia $> 0,2$

Ulmer E.

Le VNG et les épreuves cervicales

in Magnan J, Freyss G, Conraux C. Troubles de l'équilibre et vertiges

Société Française d'ORL 1997; 253-257

- ❑ **La metà dei paz. che lamentano cervicalgie hanno un COR normale**
- ❑ **Il 20% dei paz. che hanno un COR con Gain > 0,2 non lamentano alcuna cervicalgia...**
- ❑ ***Come interpretare una tale situazione?***

Montfoort I., Kelders W P A, van der Geest J N,. Schipper I B.

Interaction between ocular stabilization reflexes in patients with whiplash injury.

Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2006; 47: 2881-2884

- ❑ **In paz. con traumatismo cervicale si può trovare un COR con gain elevato associato ad un VOR con gain normale: (A) la ridotta motilità del collo genera un'alterazione nel flusso di informazione proriocettiva che a sua volta risulta in un aumento del guadagno del COR senza riduzione del guadagno del VOR**

Montfoort I., Kelders W P A, van der Geest J N, Schipper I B.

Interaction between ocular stabilization reflexes in patients with whiplash injury.

Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2006; 47: 2881-2884

- ❑ **In paz. con traumatismo cervicale si può trovare un COR con gain elevato associato ad un VOR con gain normale: (B) l'adattamento del VOR richiede sufficienti movimenti del capo e, a causa della ridotta motilità del collo, il paz. ha un input adattativo troppo piccolo per il VOR per indurre un adattamento negativo nel gain del VOR**

**Montfoort I., Kelders W P A, van der Geest J N,. Schipper I B.
Interaction between ocular stabilization reflexes in patients with
whiplash injury.**

Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2006; 47: 2881-2884

- ❑ **In paz. con traumatismo cervicale si può trovare un COR con gain elevato associato ad un VOR con gain normale: (C) c'è una disorganizzazione nel processo di plasticità del VOR a causa di microtraumi sulle vie centrali del VOR, in particolare l'area flocculonodulare del cervelletto**

Iperreflettività cervicale

TESTS CINETIQUES

HORIZONTAL

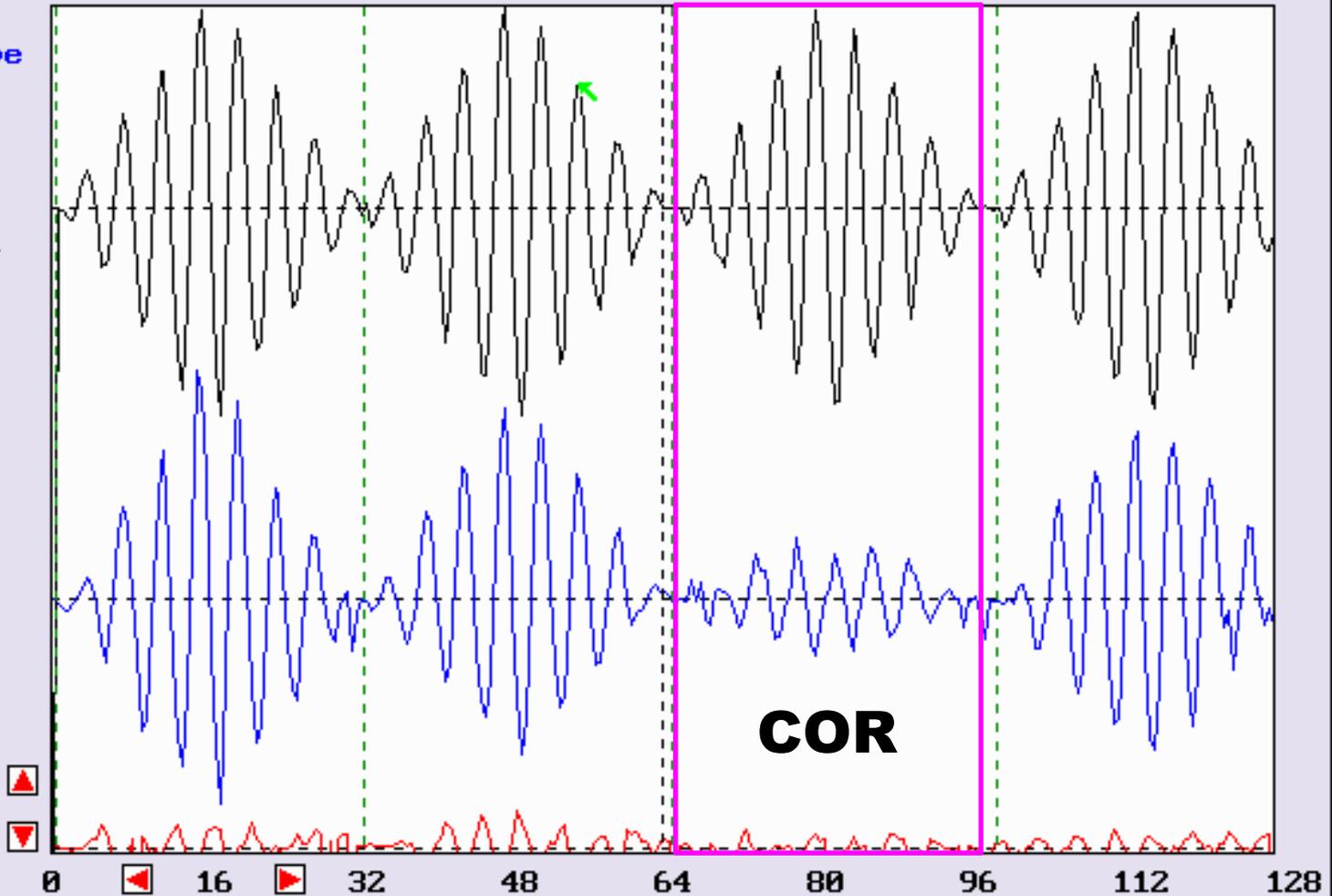
UVOR - UOR1 - COR - UOR2

180°/s pe

Vitesse
Fauteuil

Vitesse
Cumulée

Oeil
720°pe



- 16/07/96

UOR1

Marcata iperreflettività cervicale (COR=0,7!!)

TESTS CINETIQUES

VOR normal et COR très positif

HORIZONTAL

UVOR - UOR1 - COR - UOR2

180° pe

Fauteuil

VOR

COR

Cumulée

Oeil
180° pe



32

40

48

56

64

72

80

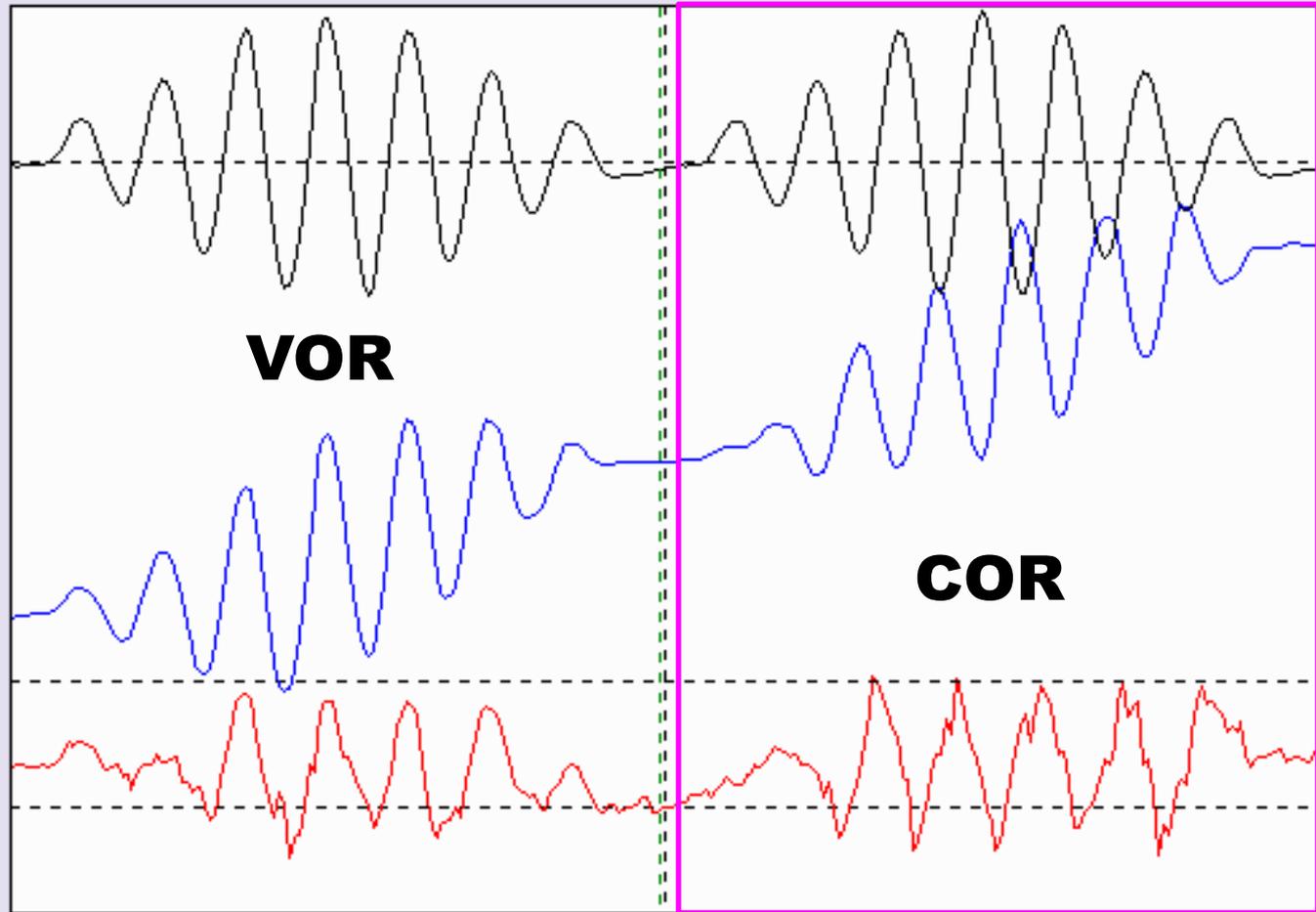
88

96

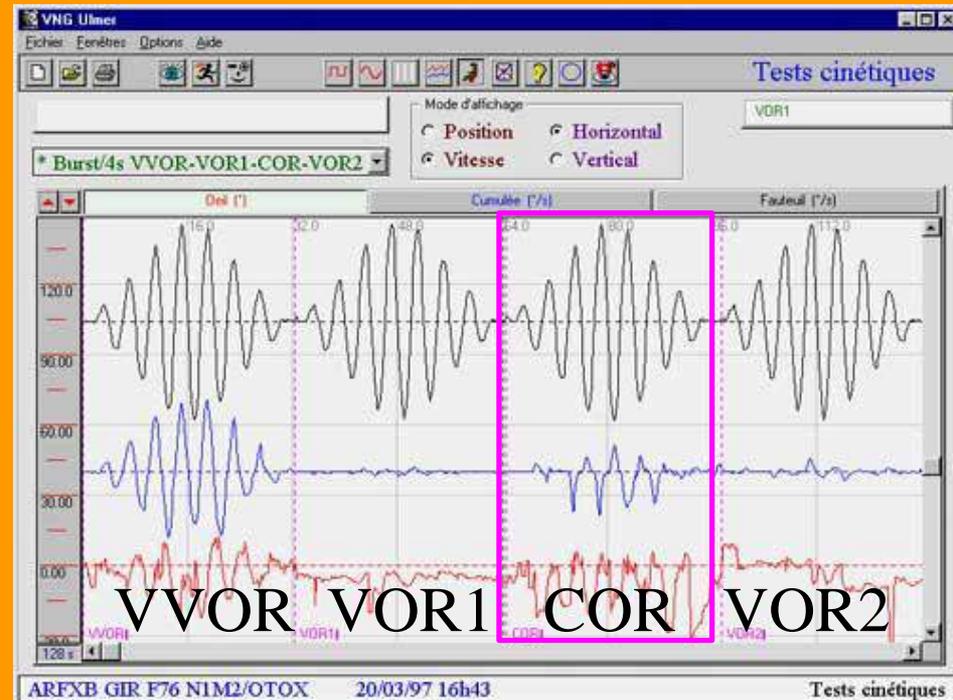
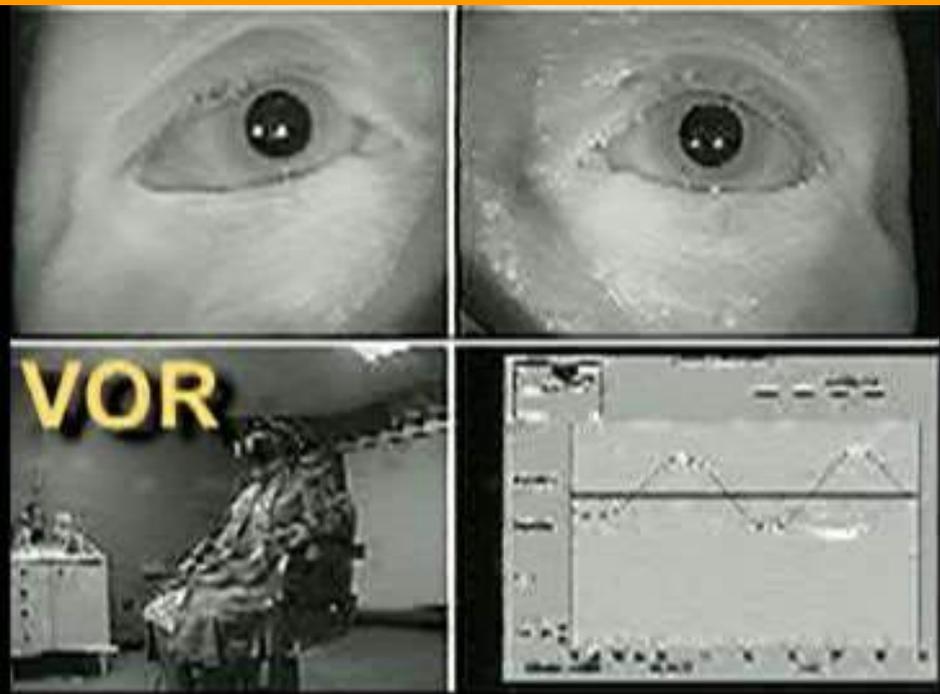
VOR1-COR

- 04/08/97

COR



(2) Areflessie vestibolari bilaterali e COR



In un'areflessia vestibolare bilaterale un gain del COR > 0,2 è normale

(2) Fisiopatologia del COR

Non disponibile



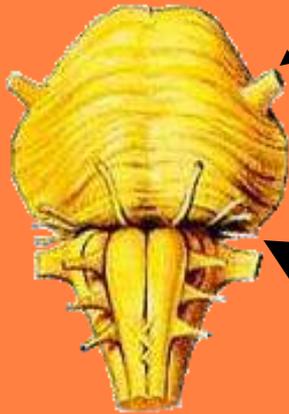
Danno ototossico

Non attivo



Il peso sinaptico dell'entrata cervicale non è più contrastato da quello delle entrate vestibolari

La rotazione della testa in rapporto alle spalle è confusa con una rotazione nello spazio



In un'areflessia vestibolare bilaterale è normale che il gain del COR sia $> 0,2$

Iporeflettività vestibolare

TESTS CINETIQUES

HORIZONTAL

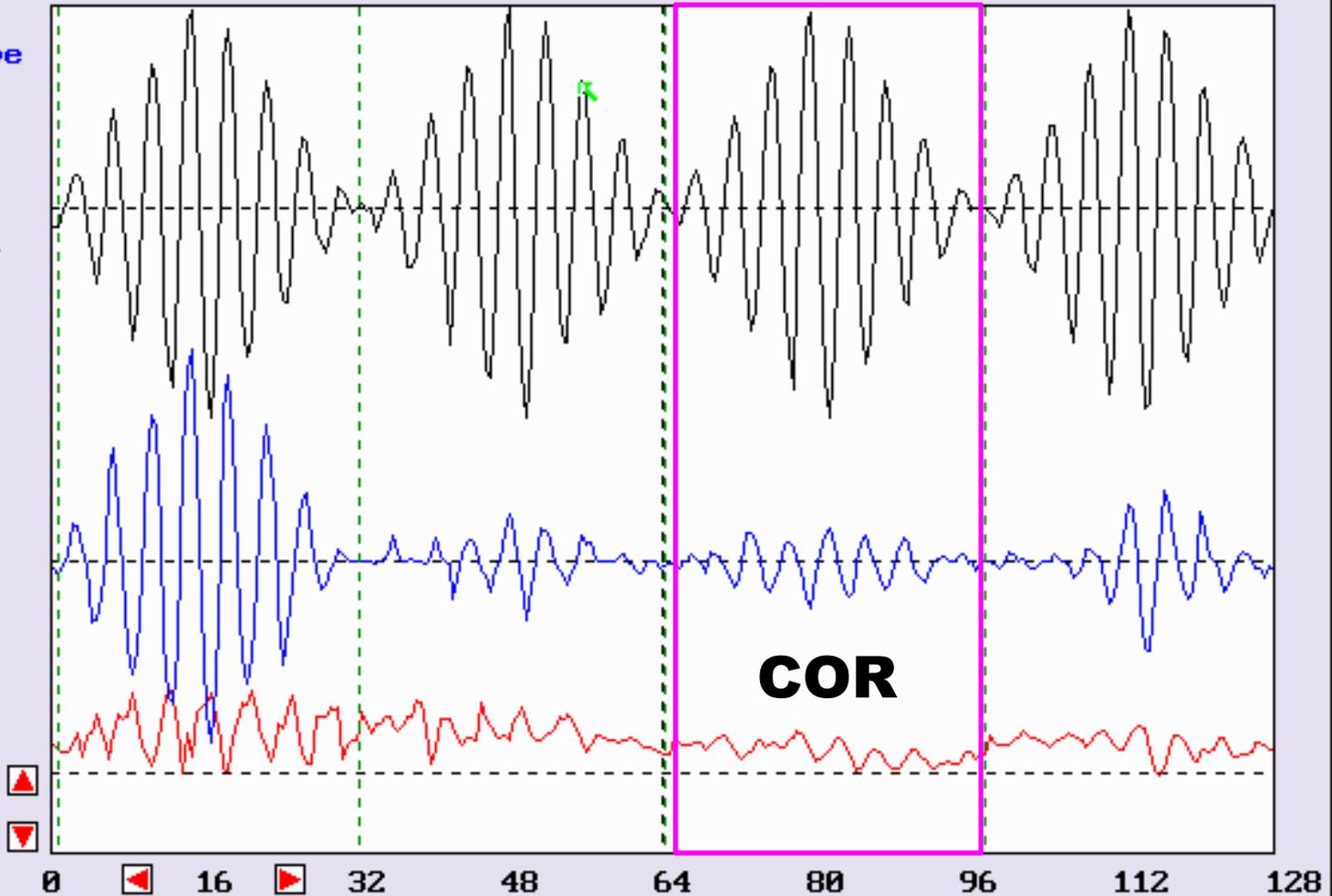
UVOR - UOR1 - COR - UOR2

180°/s pe

Vitesse
Fauteuil

Vitesse
Cumulée

Oeil
360°pe



Areflessia vestibolare

TESTS CINÉTIQUES

HORIZONTAL

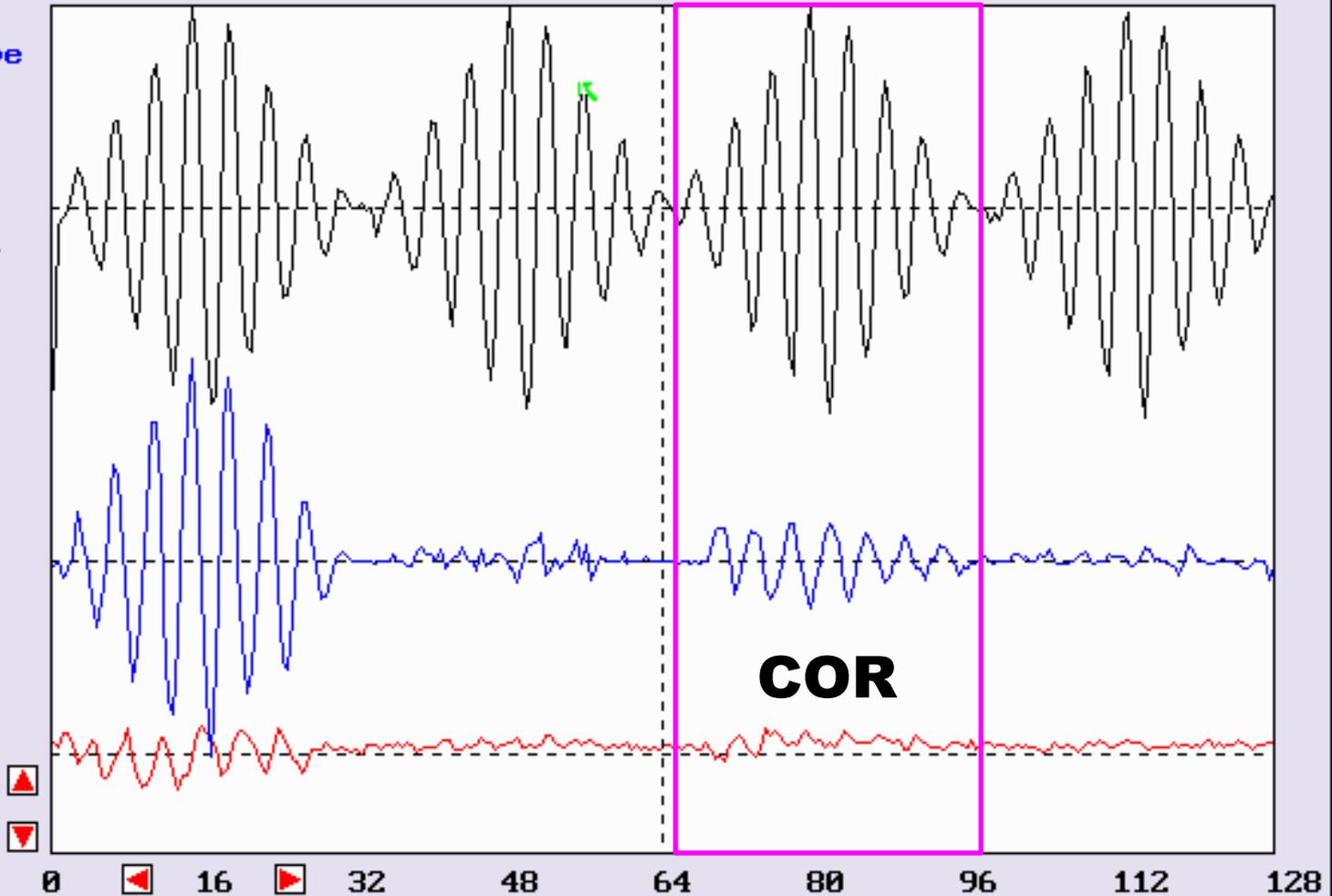
UVOR - UOR1 - COR - UOR2

180°/s pe

Vitesse
Fauteuil

Vitesse
Cumulée

Oeil
720°pe



- 11/03/96

Inibizione corticale del VOR

TESTS CINETIQUES

HORIZONTAL

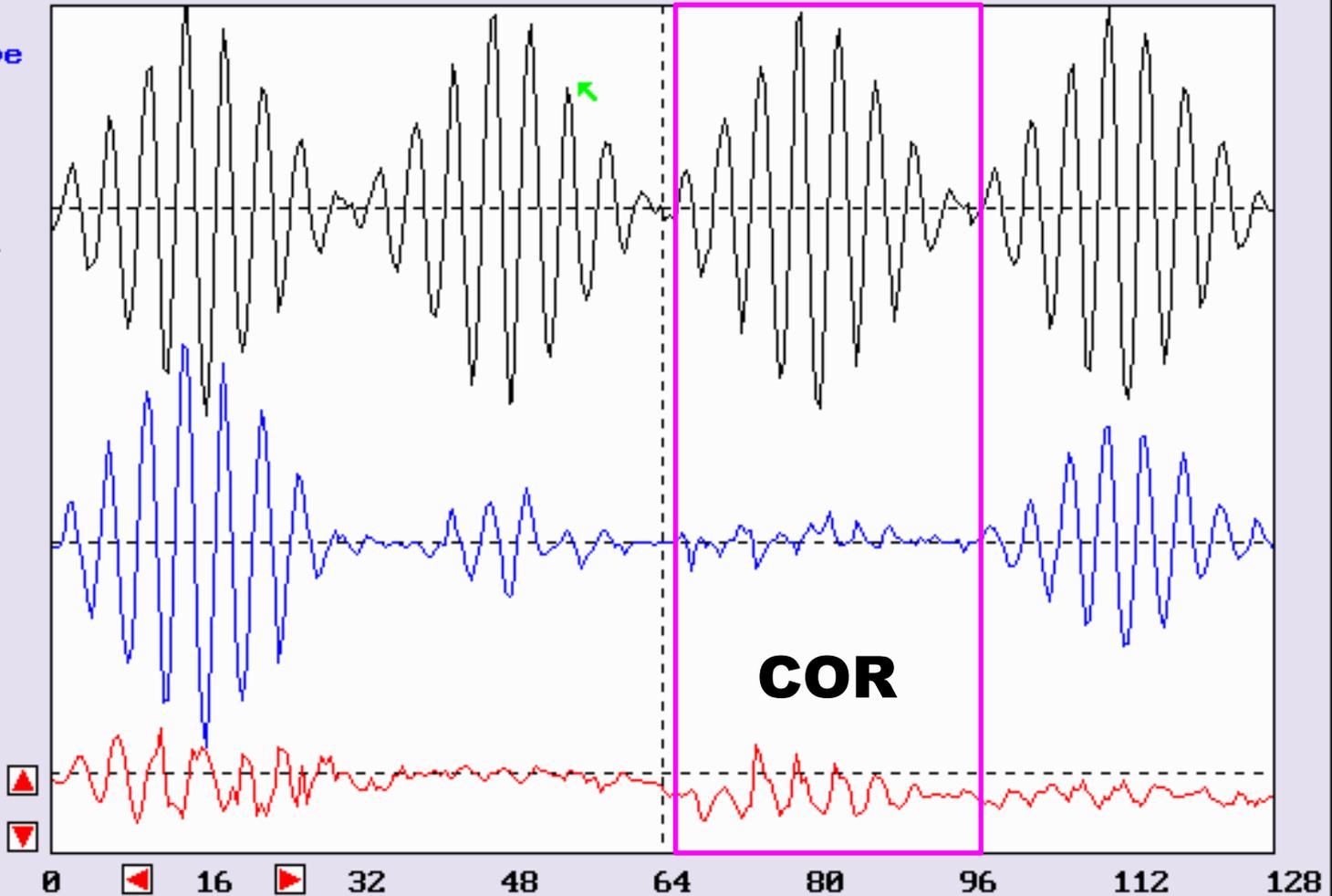
UVOR - UOR1 - COR - UOR2

180°/s pe

Vitesse
Fauteuil

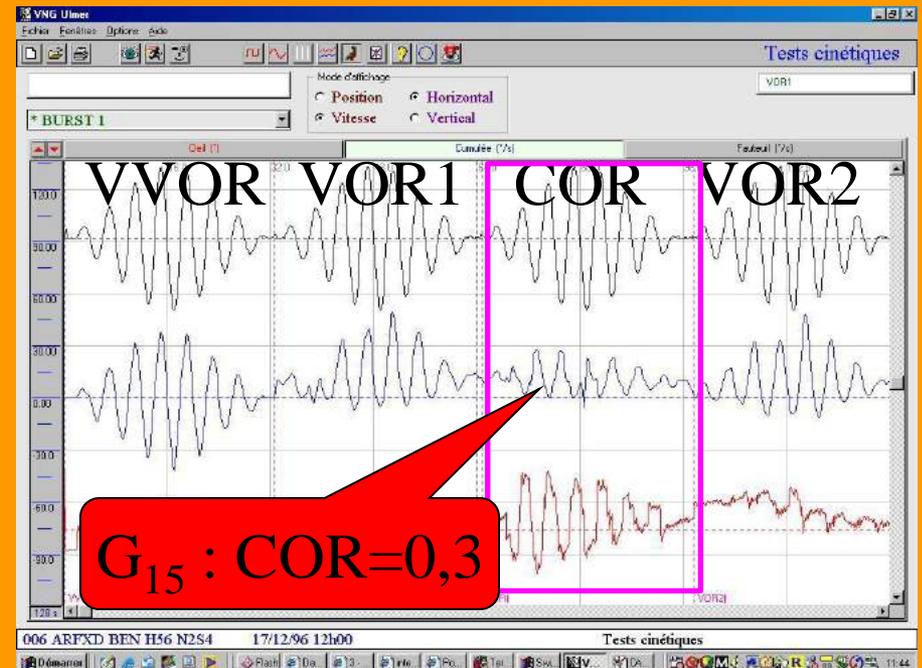
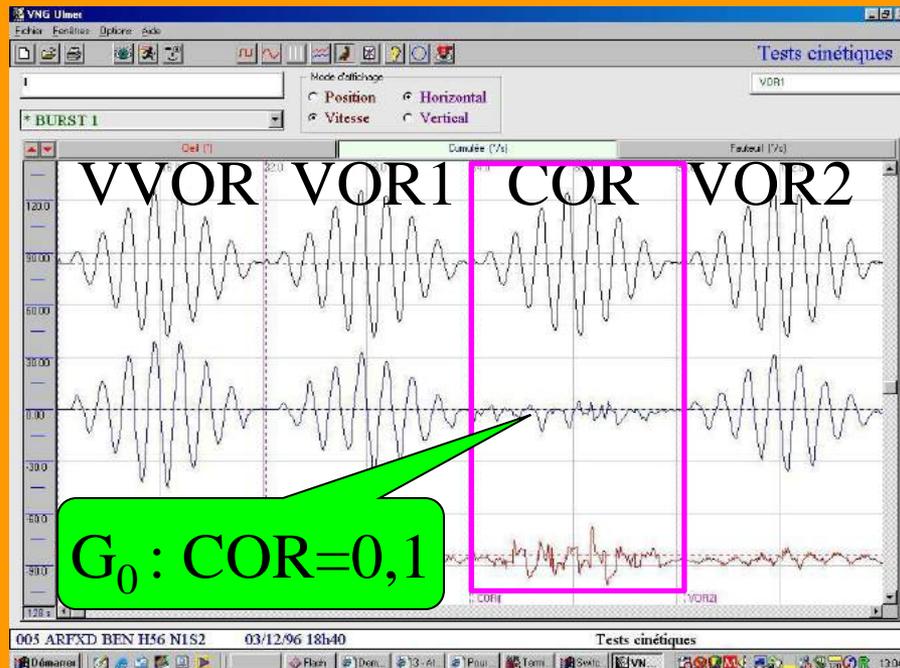
Vitesse
Cumulée

Oeil
360°pe



- 26/04/96

(3) Disfunzione vestibolare unilaterale acuta e COR

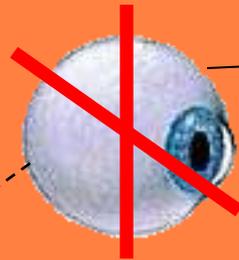


Esempio dell'evoluzione del COR in un'areflessia acuta isolata

- a sinistra in periodo precritico,
- a destra in periodo critico

(3) Fisiopatologia del COR

Non disponibile



Nevrite vestibolare, Menière

Instabile



Si tratta privilegiare un'entrata cervicale funzionante al posto di un'entrata vestibolare che testimonia a più riprese la sua instabilità: omissione opportuna

Peso sinaptico ridotto



La rotazione della testa in rapporto alle spalle è confusa con una rotazione nello spazio



In un'instabilità funzionale vestibolare è normale che il gain del COR sia $> 0,2$

Ulmer E.

Le VNG et les épreuves cervicales

in Magnan J, Freyss G, Conraux C. Troubles de l'équilibre et vertiges

Société Française d'ORL 1997; 253-257

- ❑ **Il gain normale del COR è $<0,2$**
- ❑ **Un gain del $COR > 0,2$ è patologico soltanto se il guadagno del VOR è normale**
- ❑ **Il gain normale del COR varia da $0,2$ a $0,4$ in caso di areflessia vestibolare bilaterale o di instabilità funzionale vestibolare**

Ulmer E.

Le VNG et les épreuves cervicales

in Magnan J, Freyss G, Conraux C. Troubles de l'équilibre et vertiges

Société Française d'ORL 1997; 253-257

- ❑ **Un COR elevato può tradurre:**
 - **(1) disturbo propriocettivo cervicale**
 - **(2) ipo/areflessia vestibolare**
 - **(3) forma d'omissione in risposta ad un'instabilità vestibolare**
- ❑ **Un COR normale non esclude una patologia funzionale cervicale**
- ❑ **Sul piano medico-legale il valore del COR si appoggia sulla clinica!**

I RIFLESSI OCULOMOTORI

4/6

L'INTERAZIONE VISUOVESTIBOLARE



3/3

L'INTEGRAZIONE VISUOVESTIBOLARE

❖ L'interazione visivovestibolare può essere intesa sia come *integrazione*, quando sistema vestibolare e visivo lavorano in sinergia sommando VOR e Ny otticocinetico (movimenti del capo con soggetto che fissa elementi stazionari solidali con l'ambiente),

VVOR: guadagno normale

TESTS CINETIQUES

HORIZONTAL

VVOR - VOR1 - COR - VOR2

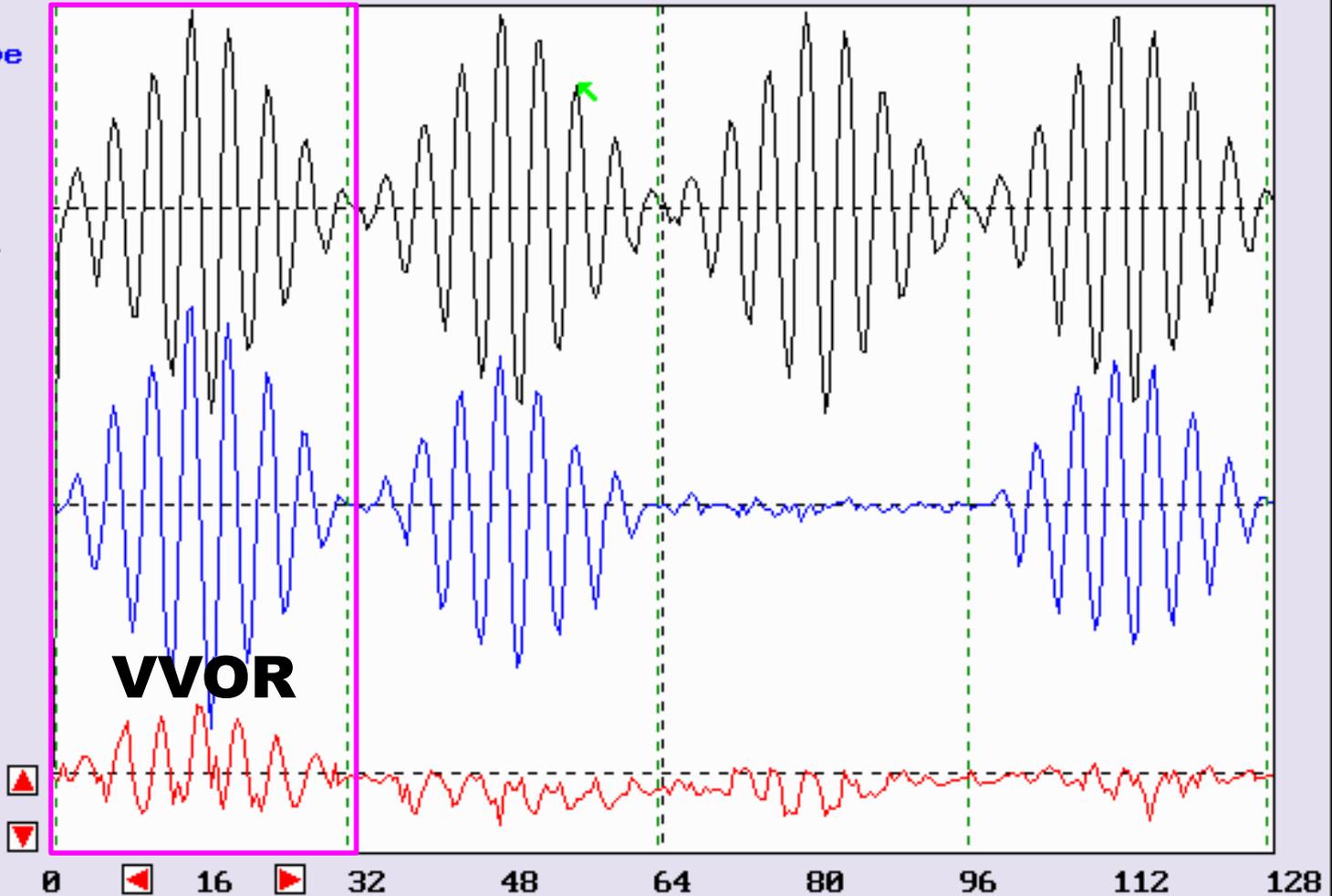
180°/s pe

Vitesse
Fauteuil

Vitesse
Cumulée

Oeil
360°pe

VVOR



- 03/06/96

COR

L'INIBIZIONE VISUOVESTIBOLARE

Meccanismo cerebellare (flocculo-nodulare) di inibizione del Ny

- ❖ sia come *inibizione*, quando il sistema visivo attraverso la fissazione sopprime il VOR (movimenti del capo con soggetto che fissa un elemento solidale con se stesso). In ogni caso il fine è quello di garantire la stabilità dell'immagine retinica.

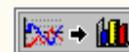
VORFIX NORMALE

VORFIX1

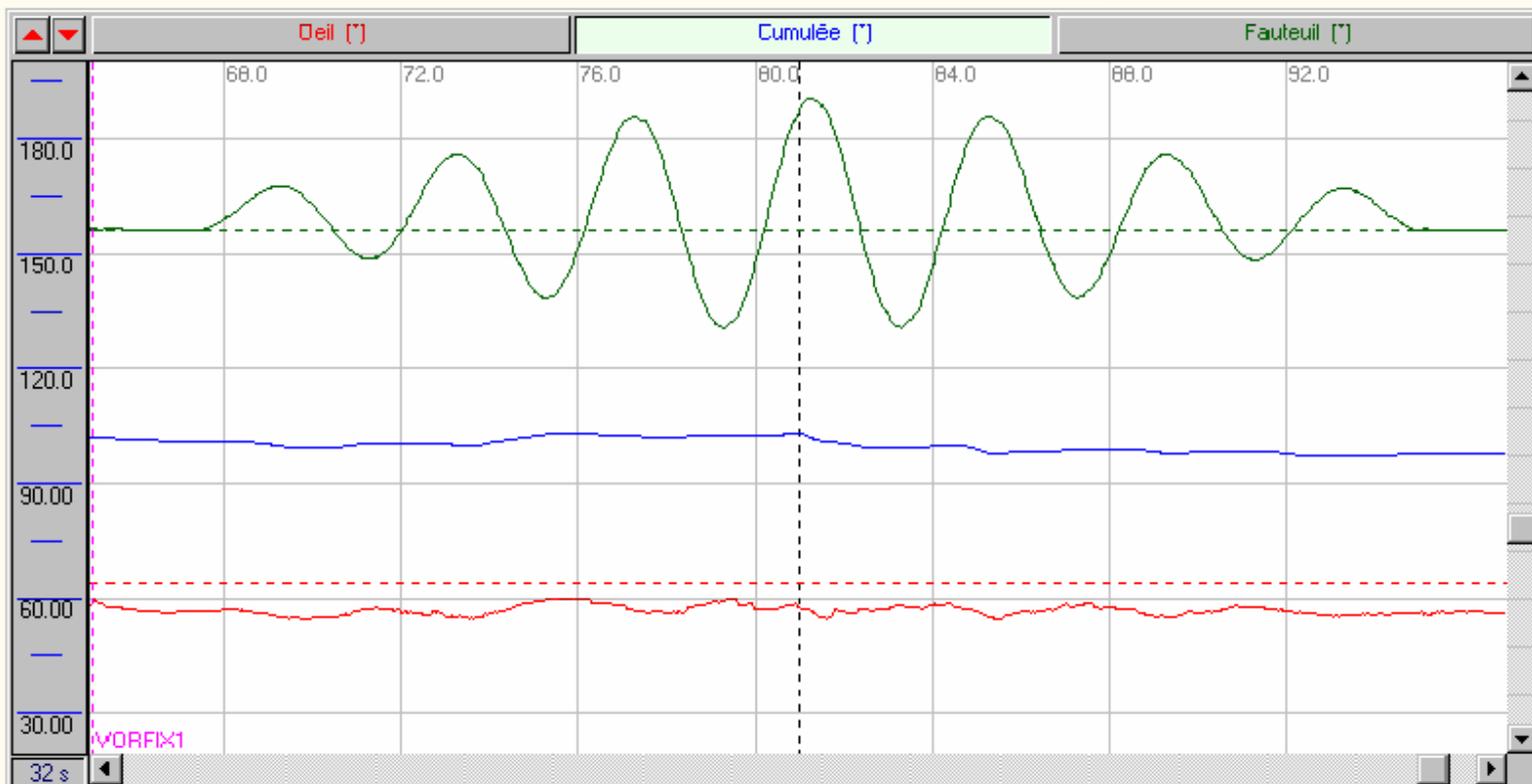


Mode d'affichage

- Position
- Horizontal
- Vitesse
- Vertical



*SINUS T=4sec AMPIEZZA VAR(2)



VORFIX

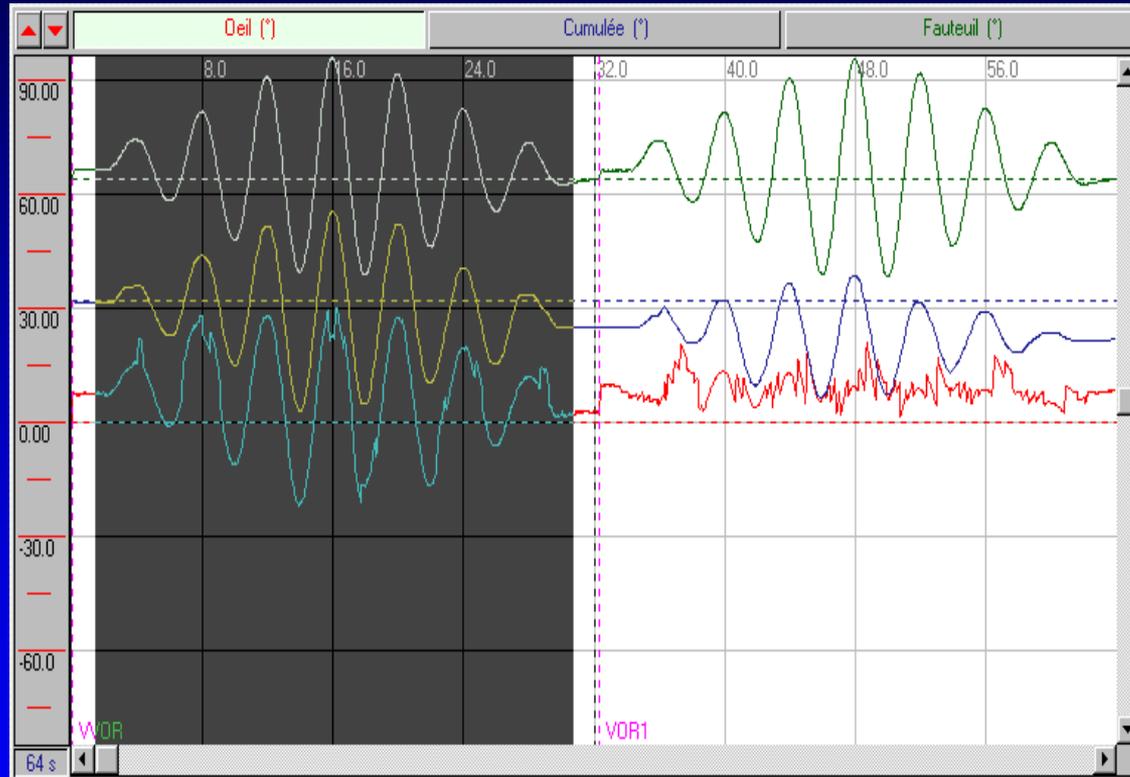


ESPRESSIONE DEI RISULTATI

5/6



ANALISI MONOPERIODICA SINUSOIDALE



Analyse du sinus

Zone d'analyse : VWOR
Période : 4.0 s
Prépondérance : -0.1°/s (droite)
Gain : 0.91
Phase : 0.0°

Sortie

Compte Rendu

GRAFICO DI FREYSS

TESTS CINETIQUES

HORIZONTAL

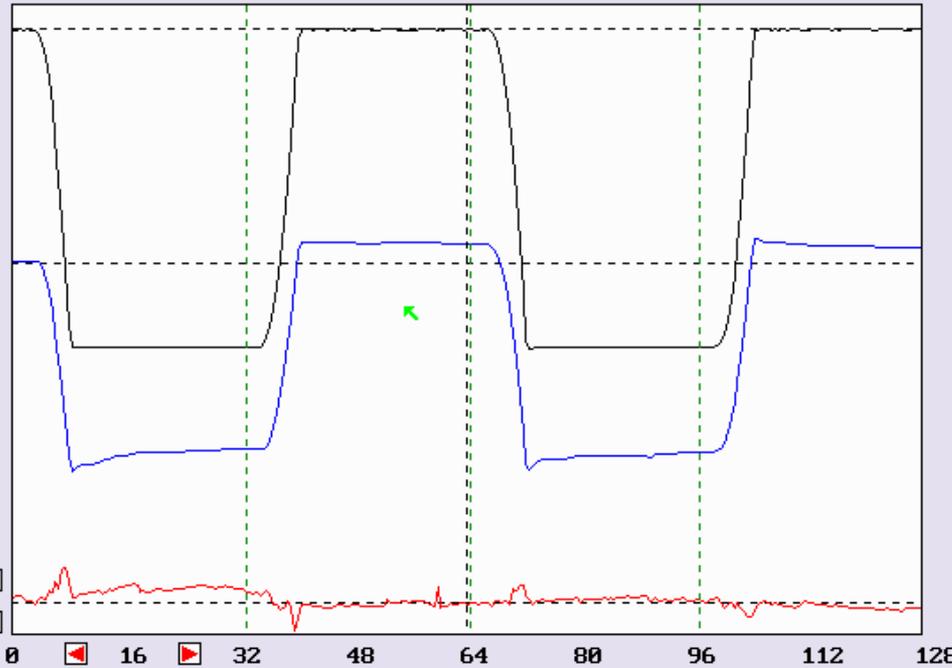
Départs lents arrêts brusques

360° pe

Fauteuil

Cumulée

Oeil
360° pe



Créneau 1 flanc Gauche

Graphe de Freyss

Acc. vers la droite

Acc. vers la gauche

19.4°/s

6.0°/s

13.4°/s

16.8°/s

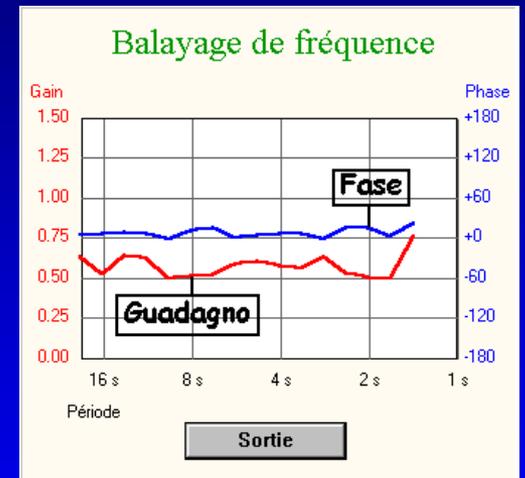
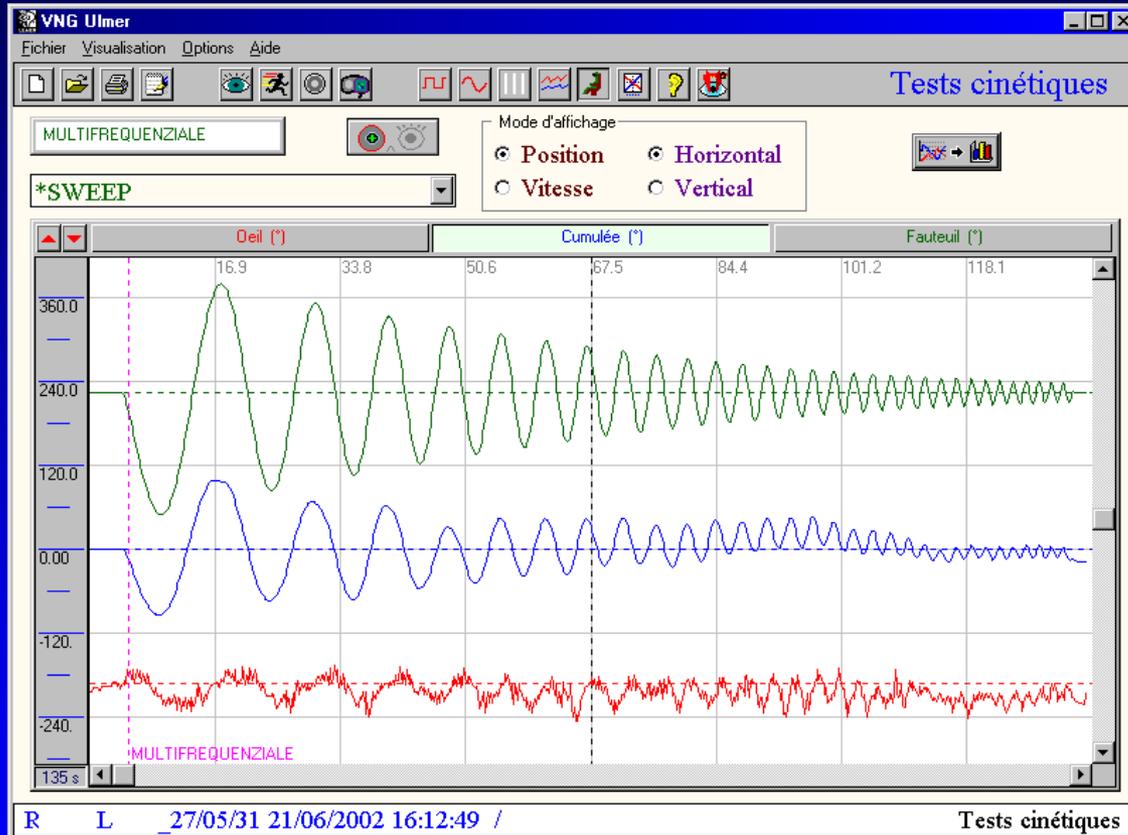
Prépondérance : 2.9°/s (droite)

Constante post-rotatoire droit : 4.0 s

Constante post-rotatoire gauche : 2.2 s

Sortie

ANALISI MULTIPERIODICA SINUSOIDALE



LE BANDE PASSANTI

6/6



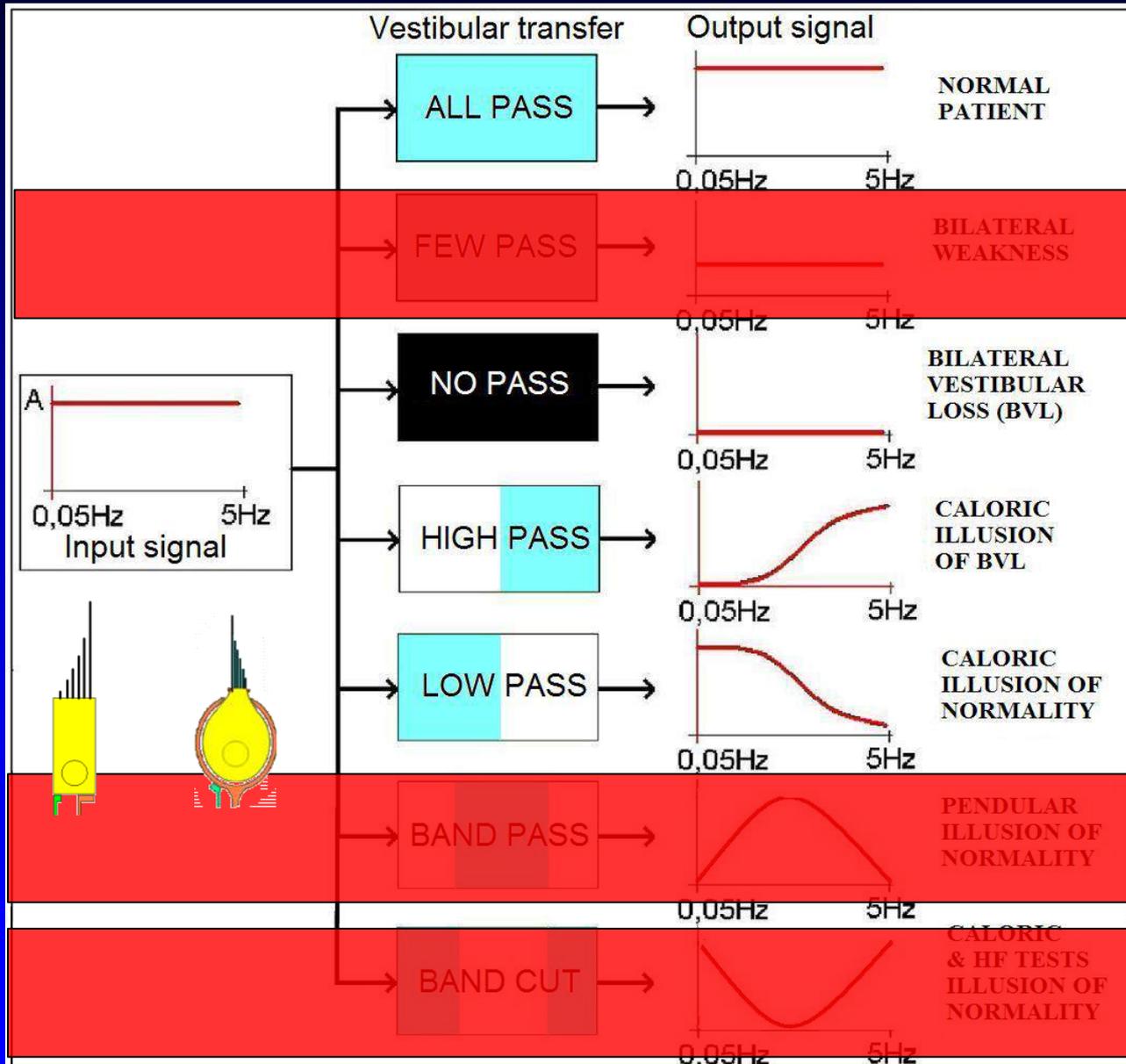
Bande passanti delle risposte vestibolari

PASSA TUTTO

PASSA NULLA

PASSA ALTO

PASSA BASSO



PAZIENTE NORMALE

IPOFUNZIONE BILATERALE

DEFICIT BILATERALE TOTALE (DBT)

ILLUSIONE CALORICA DI DBT

ILLUSIONE CALORICA DI NORMALITÀ

ILLUSIONE ROTATORIA DI NORMALITÀ

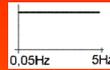
ILLUSIONE CALORICA E DA HIT DI NORMALITÀ

QUADRI CLINICI



PASSA TUTTO

Soggetti normali



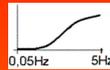
PASSA NULLA

80% delle areflessie
bilaterali alle caloriche



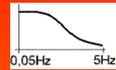
PASSA ALTO

20% delle areflessie
bilaterali alle caloriche



PASSA BASSO

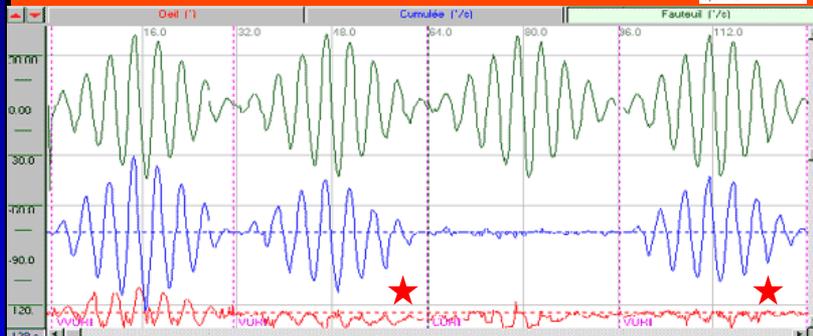
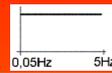
Riscontro raro ma possibile



SINUSOIDALI MONOFREQ (SINUS-VOR)



PASSA TUTTO

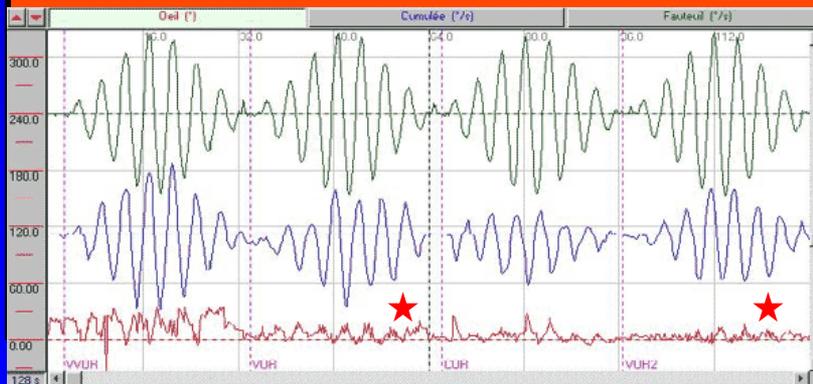
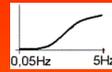


PASSA NULLA

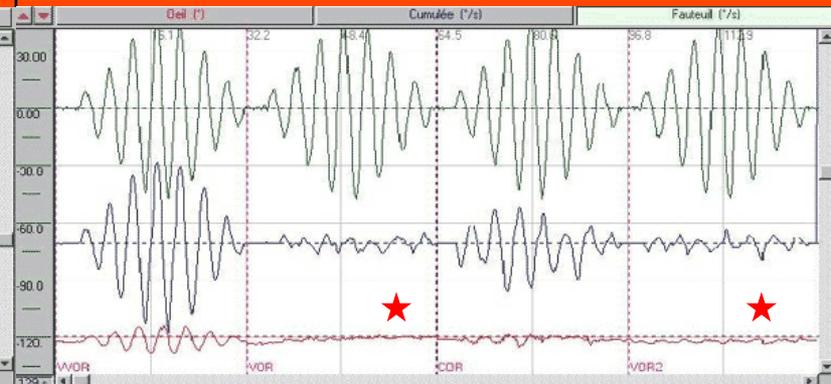
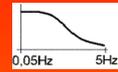


Assente gain

PASSA ALTO



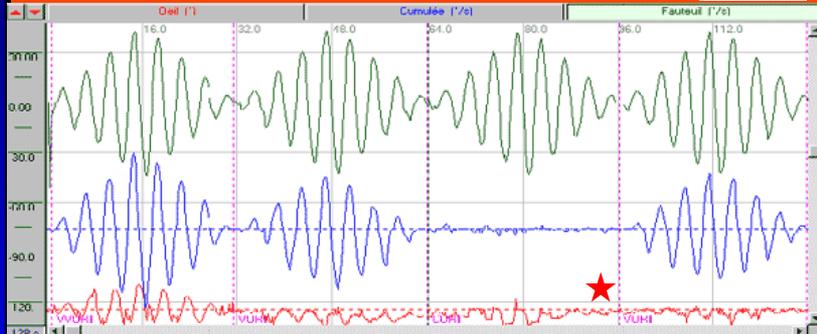
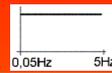
PASSA BASSO



SINUSOIDALI MONOFREQ (SINUS-COR)



PASSA TUTTO

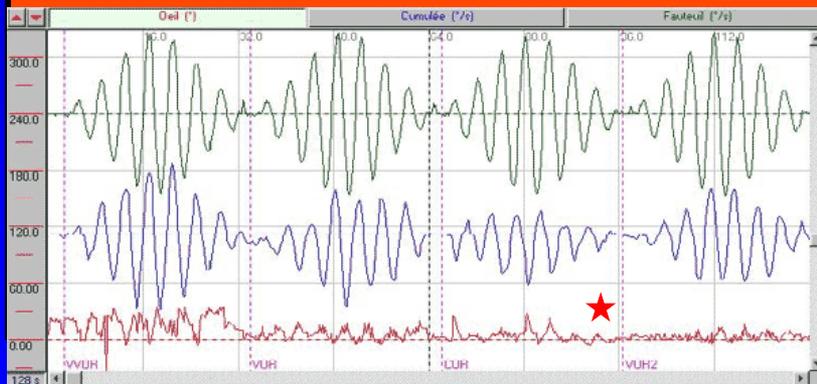
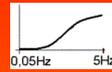


PASSA NULLA

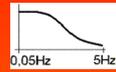


Aumento del gain

PASSA ALTO



PASSA BASSO



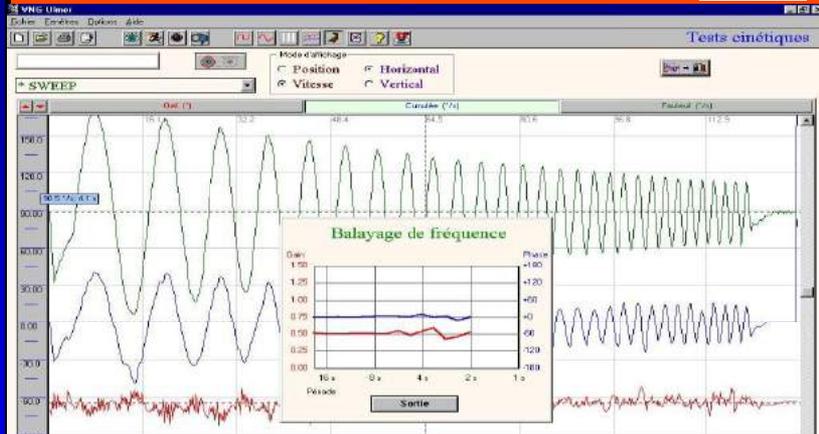
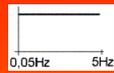
Non interpretabile



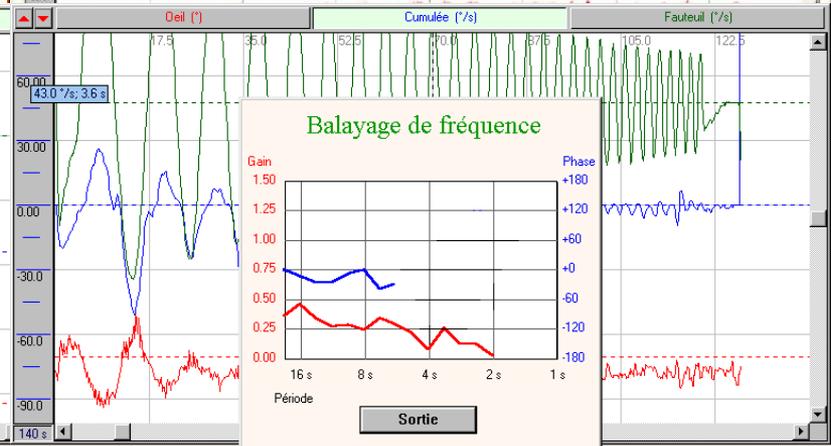
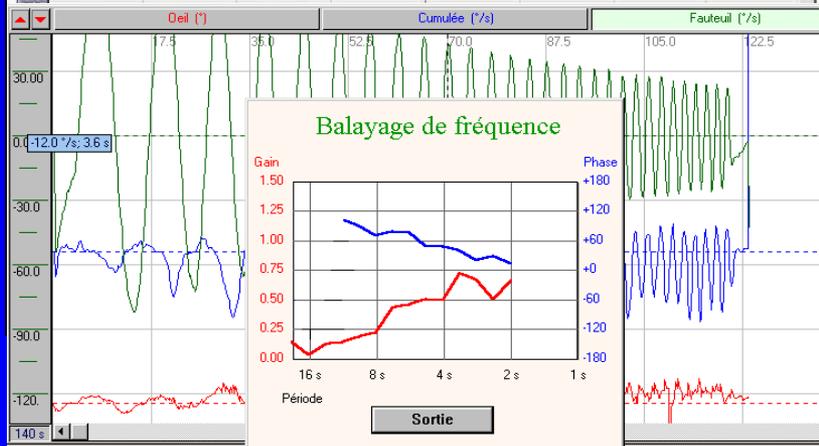
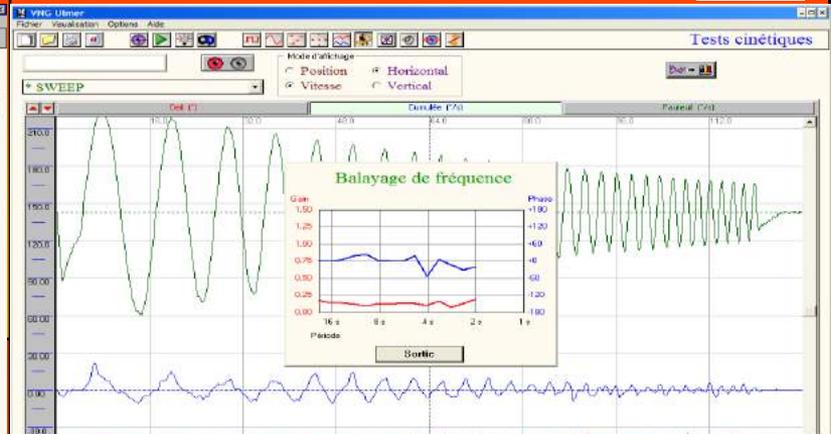
SINUSOIDALI MULTIFREQ (SWEEP-VOR)



PASSA TUTTO



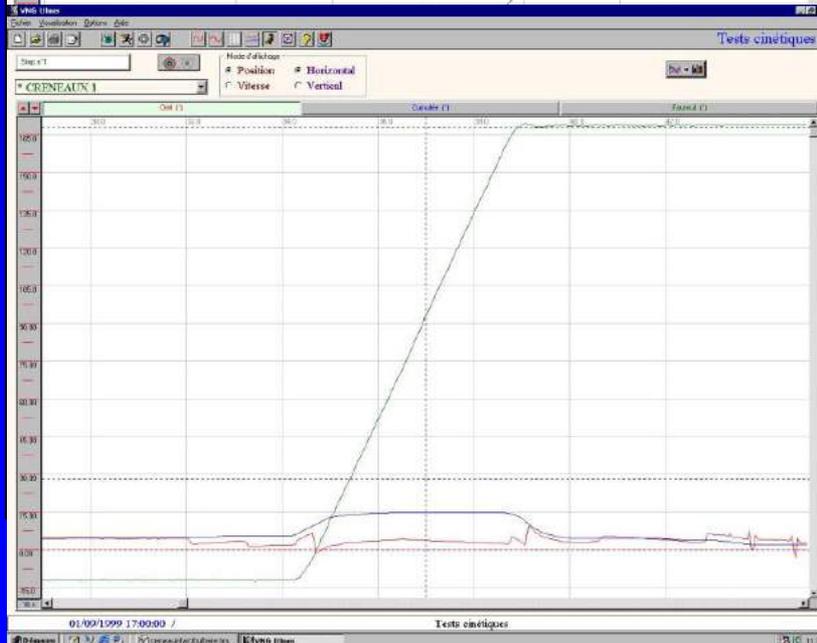
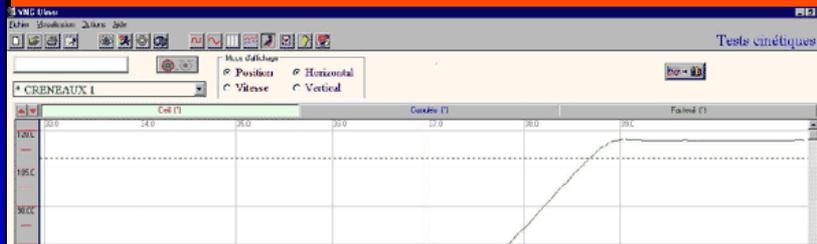
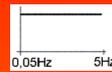
PASSA NULLA



TRAPEZOIDALE (CRÉNEAU-VOR)



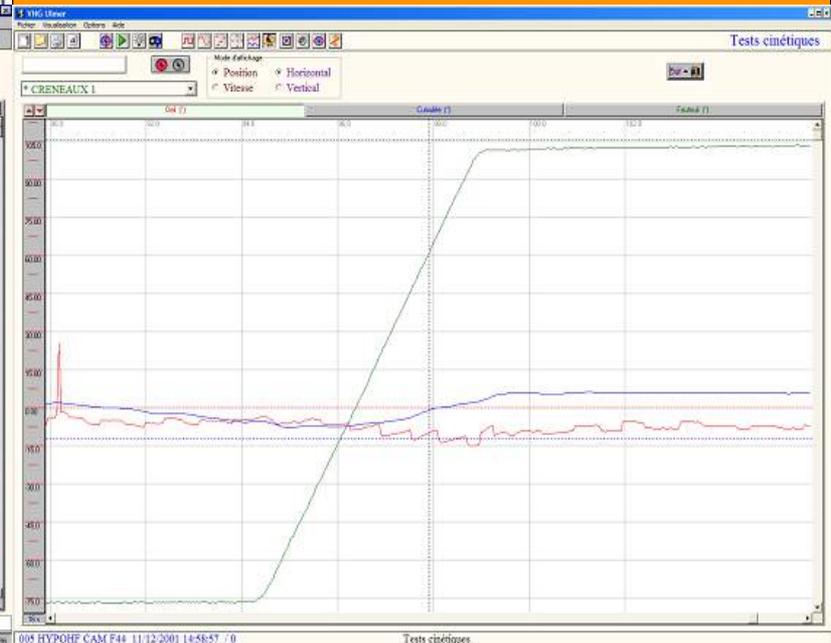
PASSA TUTTO



PASSA NULLA



Assente gain



Interesse specifico dei tests

- **Sinus**: si presta bene per l'identificazione e la prevenzione dell'inibizione centrale. Ma risulta troppo lungo procedere frequenza per frequenza
- **Sweep**: testa una banda di frequenza e l'evoluzione delle fasi; si presta alla disinibizione un po' meglio del créneau. Non testa la PD essendo un profilo asimmetrico
- **Créneau**: testa una banda di frequenza, ma l'inibizione è difficile da neutralizzare. La risposta nistagmica post-rotatoria consente, il calcolo della costante di tempo ovvero del tempo necessario perché si realizzi un decremento del 37% (e^{-1}).
Una costante $> 20\text{sec}$ è un indice di centralità.
Una costante $< 05\text{sec}$ è un indice di deficit periferico.

Sinus e Créneau sono i tests minimi complementari

TAKE HOME MESSAGES

- **Attenzione all'inibizione centrale**: valutare la risposta canalare solo a partire da segmenti di traccia indenni da inibizione
- **L'oscurità deve essere completa**: altrimenti il gain può ridursi drasticamente
- **Testare una banda ampia**: per distinguere le risposte a gain costante e le passa-alto o basso, e per constatare sfasamenti
- **Misurare la PD in gradi/sec**: per stabilire la correlazione con lo spontaneo, le deviazioni segmentarie, i disturbi soggettivi
- **Completare con le caloriche**: per interpretare l'origine della PD e per riconoscere, o monitorare, una ipovalenza compensata
- **Completare con il V-HIT**: per includere lo studio delle alte frequenze fisiologiche di tutte e tre le coppie di canali

Un test calorico isolato descrive la reattività canalare come farebbe, per la coclea, una sorgente sonora di 20Hz non calibrata

