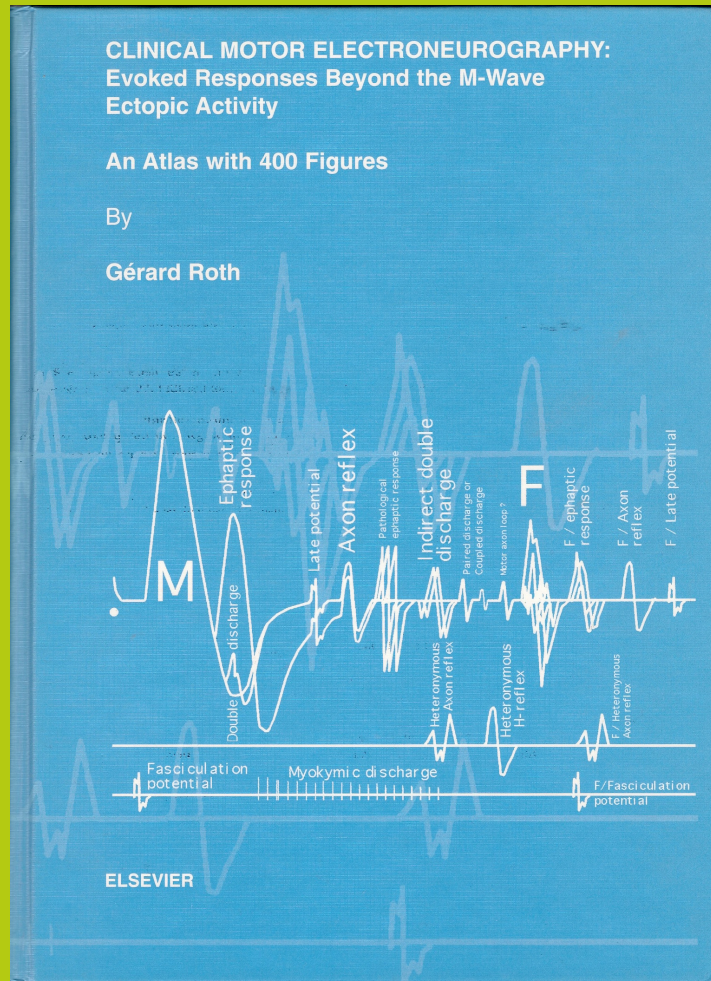


# L'onde F dans tous ses états

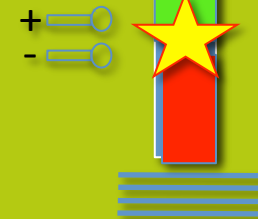


F. Wang  
N. Massart  
J.F. Kaux  
O. Bouquiaux

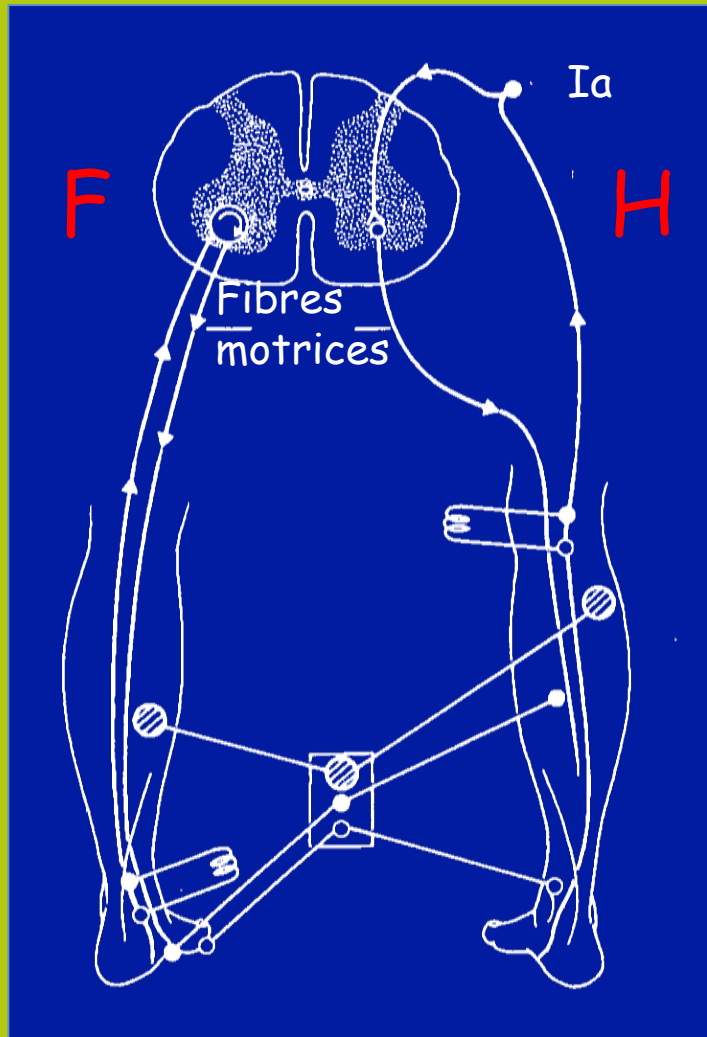


# État civil de l'onde F

**Origine**  
**Caractéristiques**

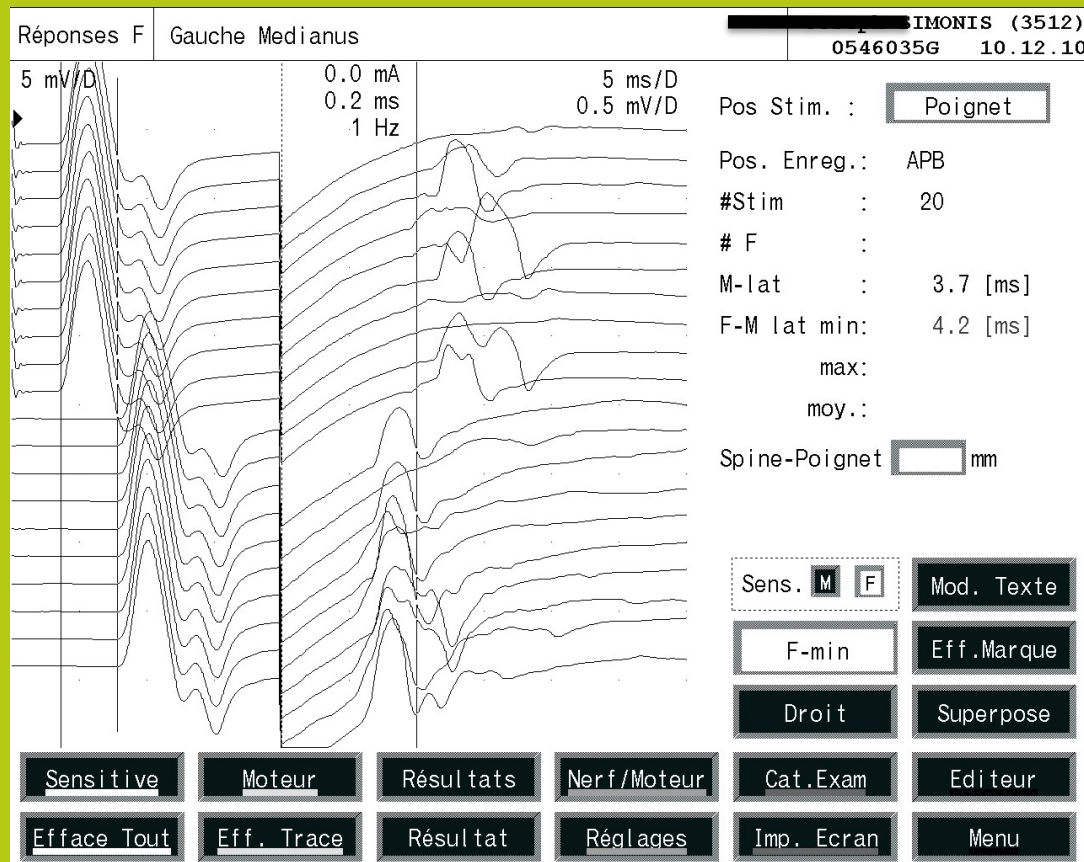


# Origine et conditions d'obtention



- ① Magladery et McDougal (1950) :  
réponse F chez l'homme,  
au niveau du pied (F pour *foot*)
- ② Dawson et Merton (1956) :  
réponse F ne > pas d'un réflexe
- ③ afférence = efférence = axone  $\alpha$
- ④ réponses F = décharges des  
motoneurones spinaux activés de  
façon rétrograde par les volées d'  
influx centripètes

# Caractéristiques



① non-physiologique

② spinale

③ tardive

④ indirecte

⑤ variable :

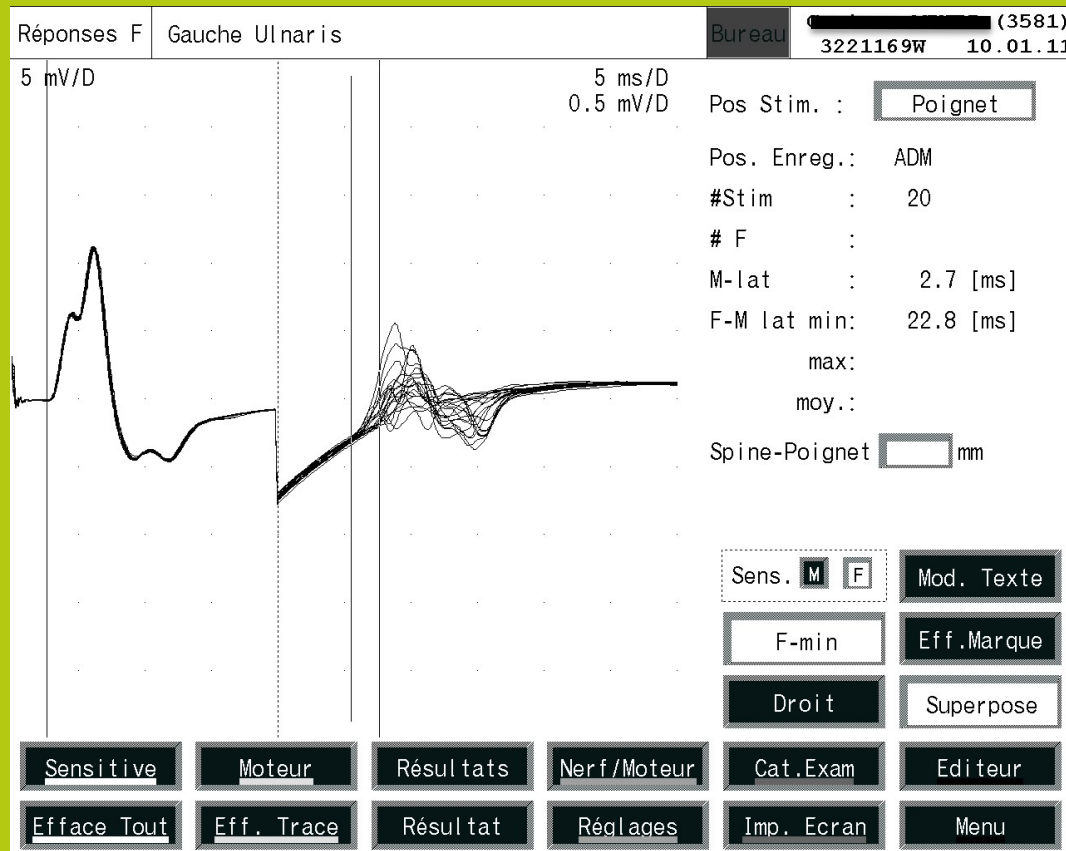
- latence

- amplitude

- durée

- forme

# Caractéristiques



① non-physiologique

② spinale

③ tardive

④ indirecte

⑤ variable :

- latence

- amplitude

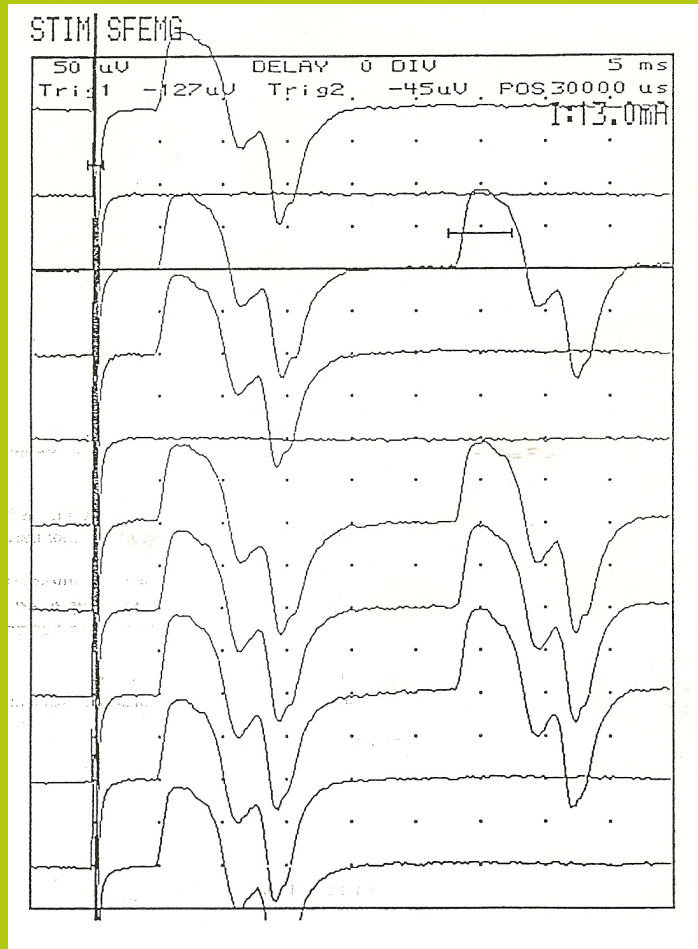
- durée

- forme

# États de grâce

**L'onde F unitaire**

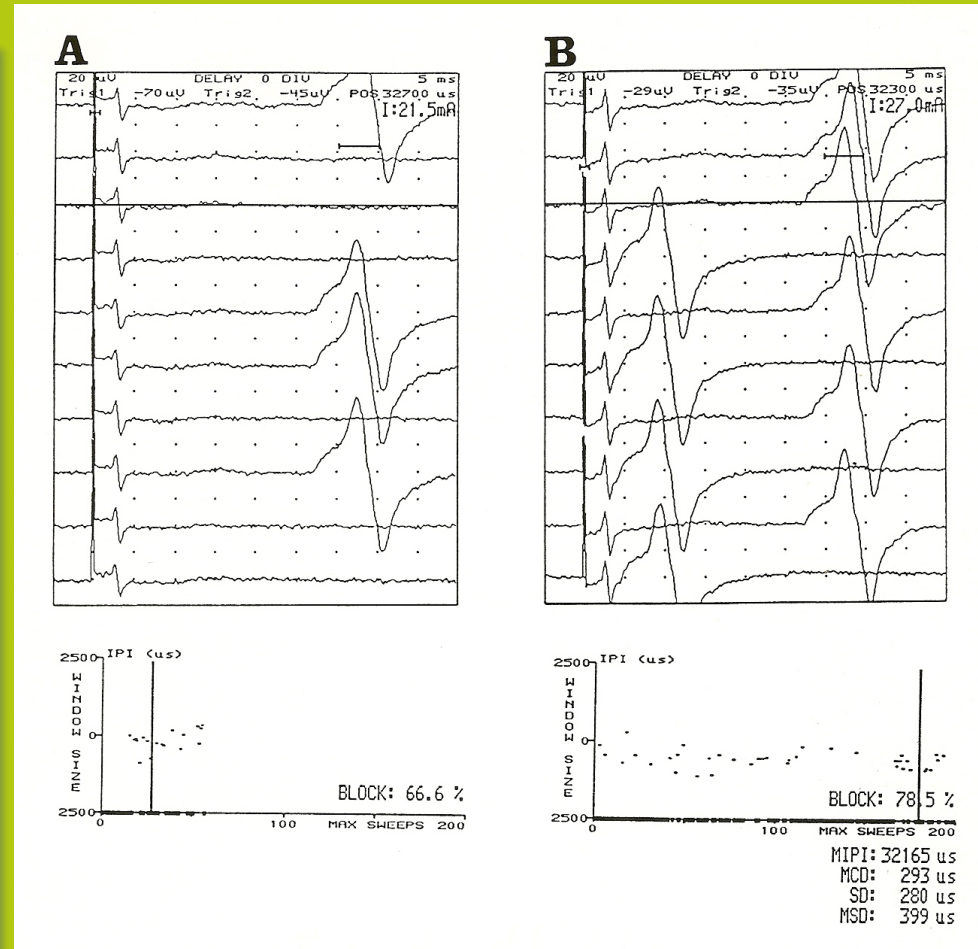
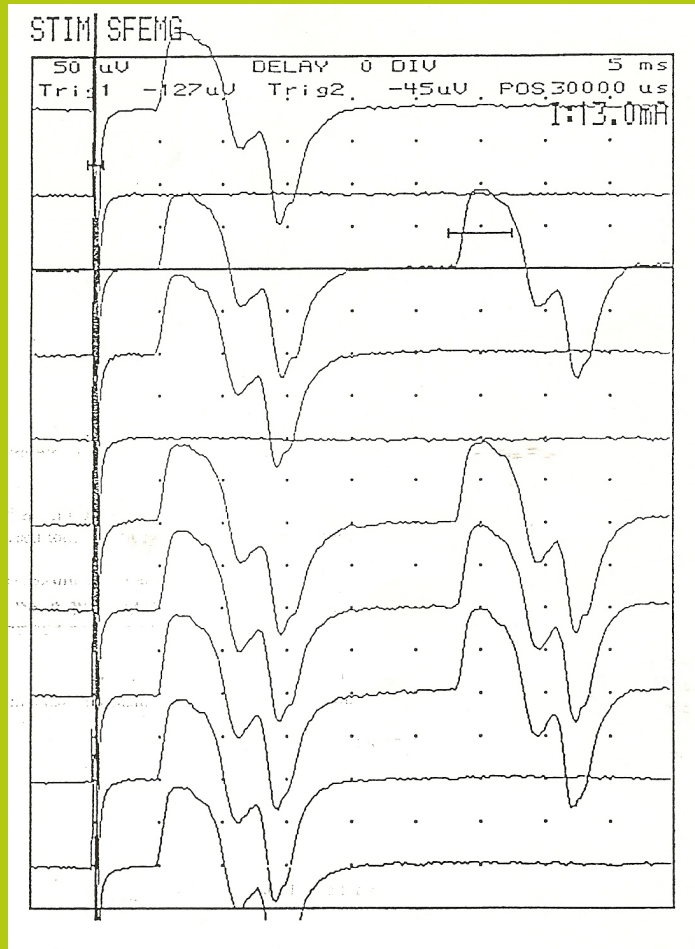
# L'onde F unitaire



## Enregistrement de surface

- ① un seul motoneurone spinal  
une seule unité motrice
- ② un seul axone moteur => pas de  
désynchronisation => les réponses  
précoce et tardive : morphologie  
identique
- ③ stimulation nerveuse liminaire =>  
réponse précoce inconstante
- ④ réponse tardive inconstante  
latence stable
- ⑤ pas de réponse tardive sans  
réponse précoce

# L'onde F unitaire vs la réponse H unitaire

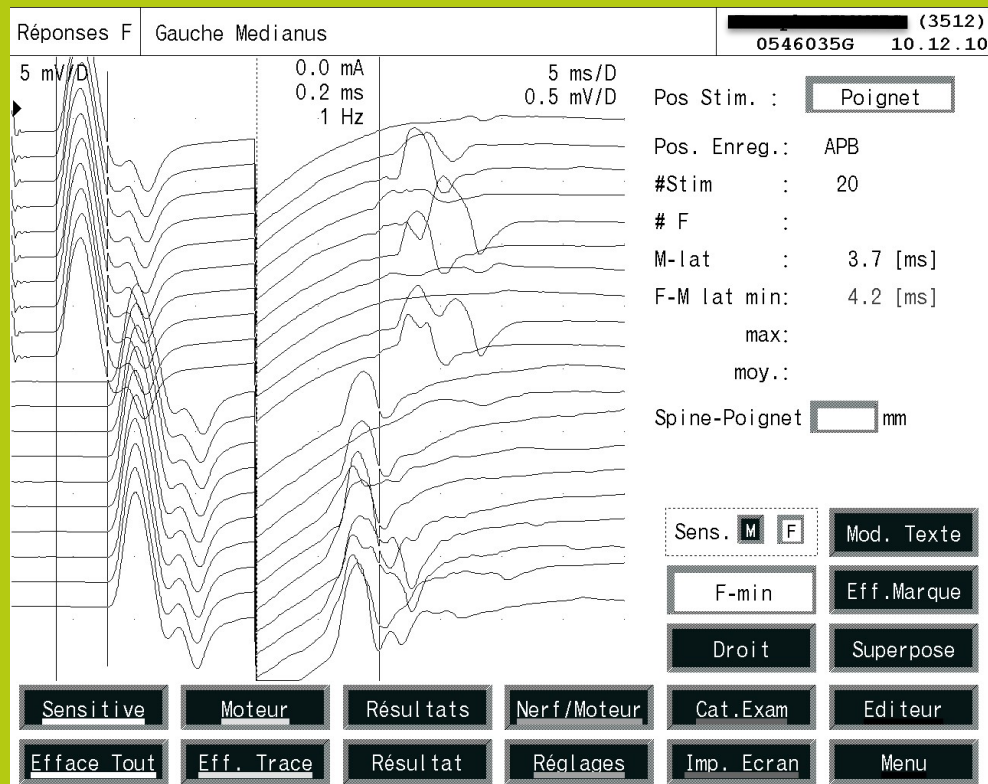




# États de confusion

**Réflexe H ou HH**  
**Réflexe d'axone moteur**  
**Décharge double indirecte**  
**Réflexe tardif**

# Directes ou indirectes



## Directes

- ① potentiel tardif
- ② réponse éphaptique
- ③ décharge double directe

## Indirectes

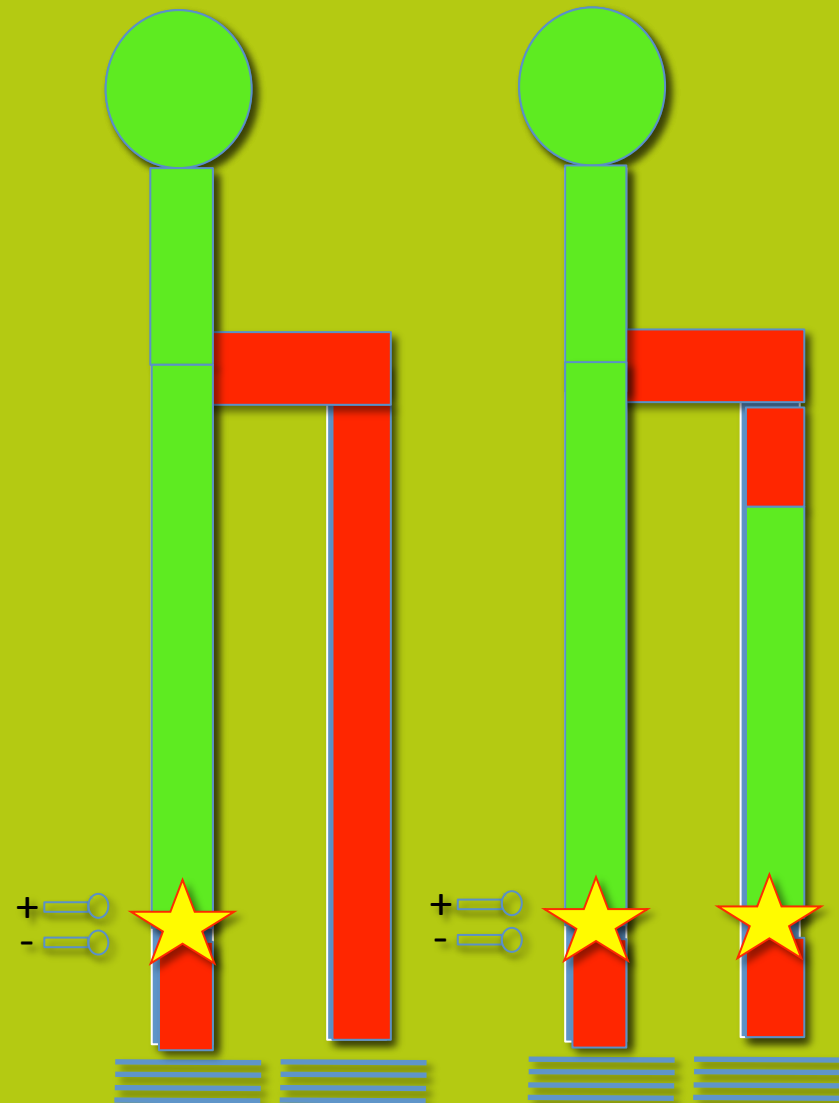
- ① F et H
- ② réflexe d'axone moteur
- ③ décharge double indirecte

# Réflexe d'axone moteur (RAM)

- ① axonopathie chronique
- ② réinnervation terminale =>
- ③ bifurcation axonale anormale
- ④ une seule branche activée =>

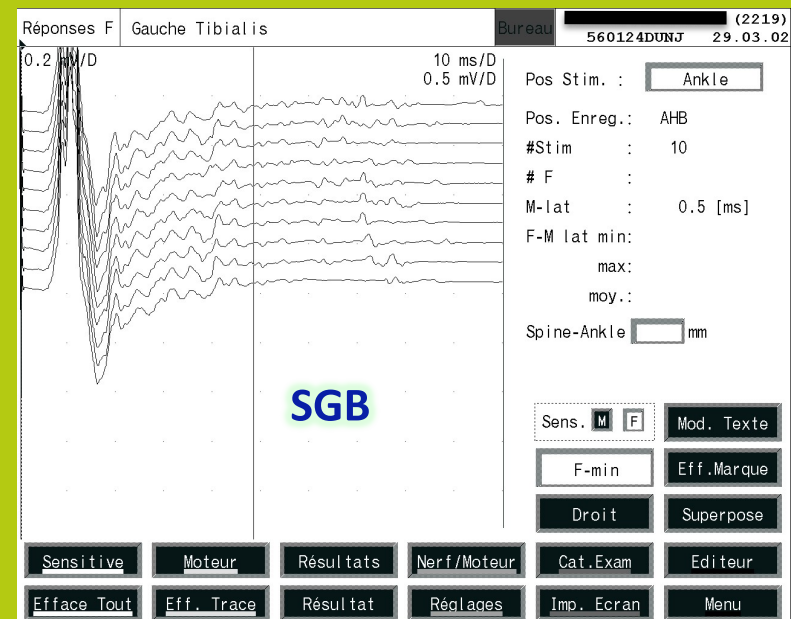
**RAM**

- ⑤ les deux branches activées  
(stimulation plus intense) =>  
disparition de la réponse  
indirecte (« saut du RAM »)

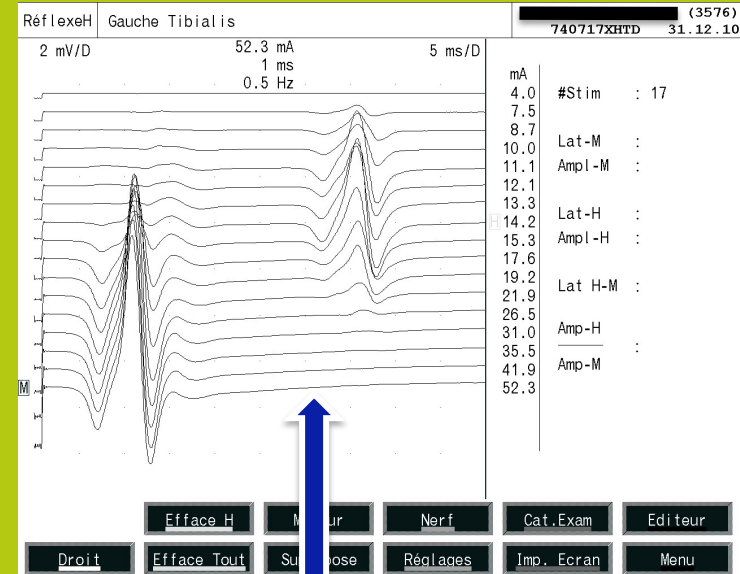
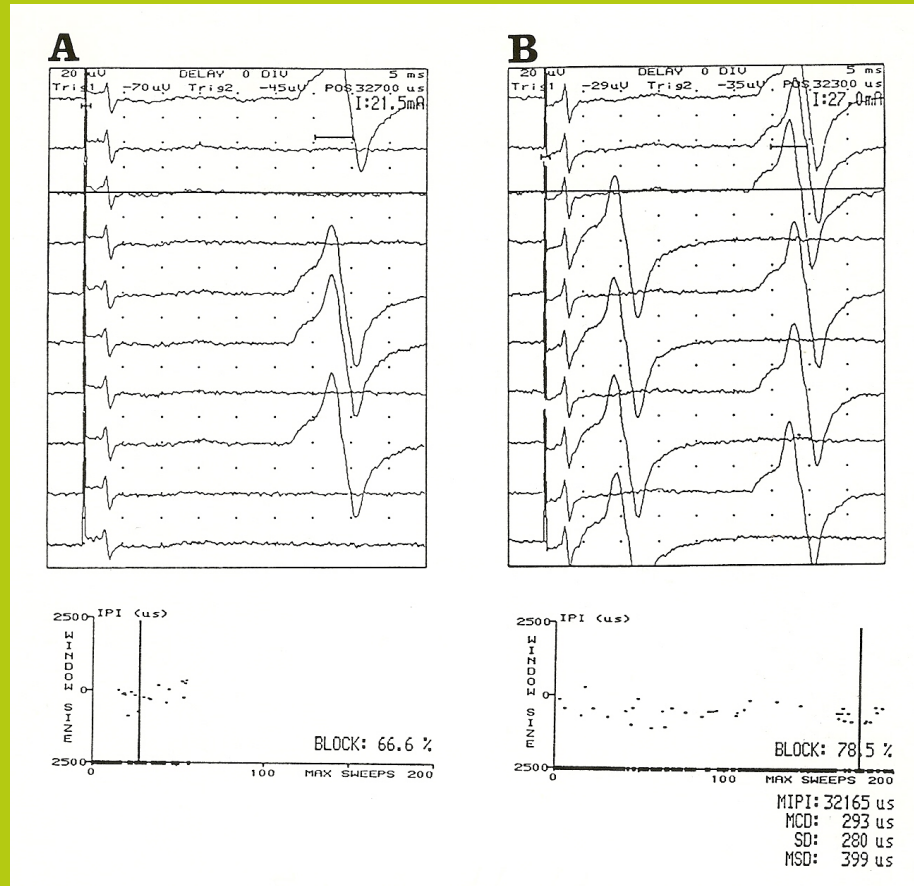


# Décharge double indirecte (DDI)

- ① atteinte **myélinique récente**
- ② => foyers ectopiques de réactivation axonale proximale par des influx antidromiques
- ③ => réponse intermédiaire  
= **DDI**



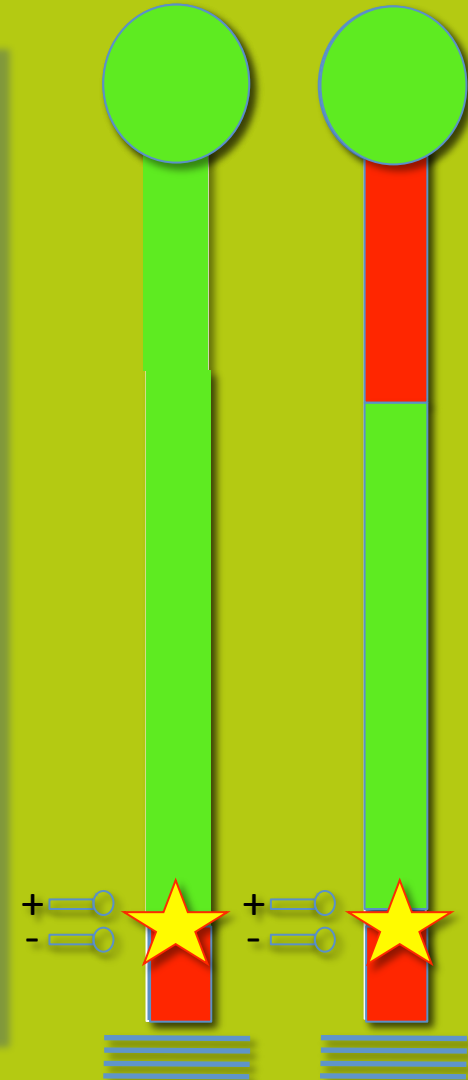
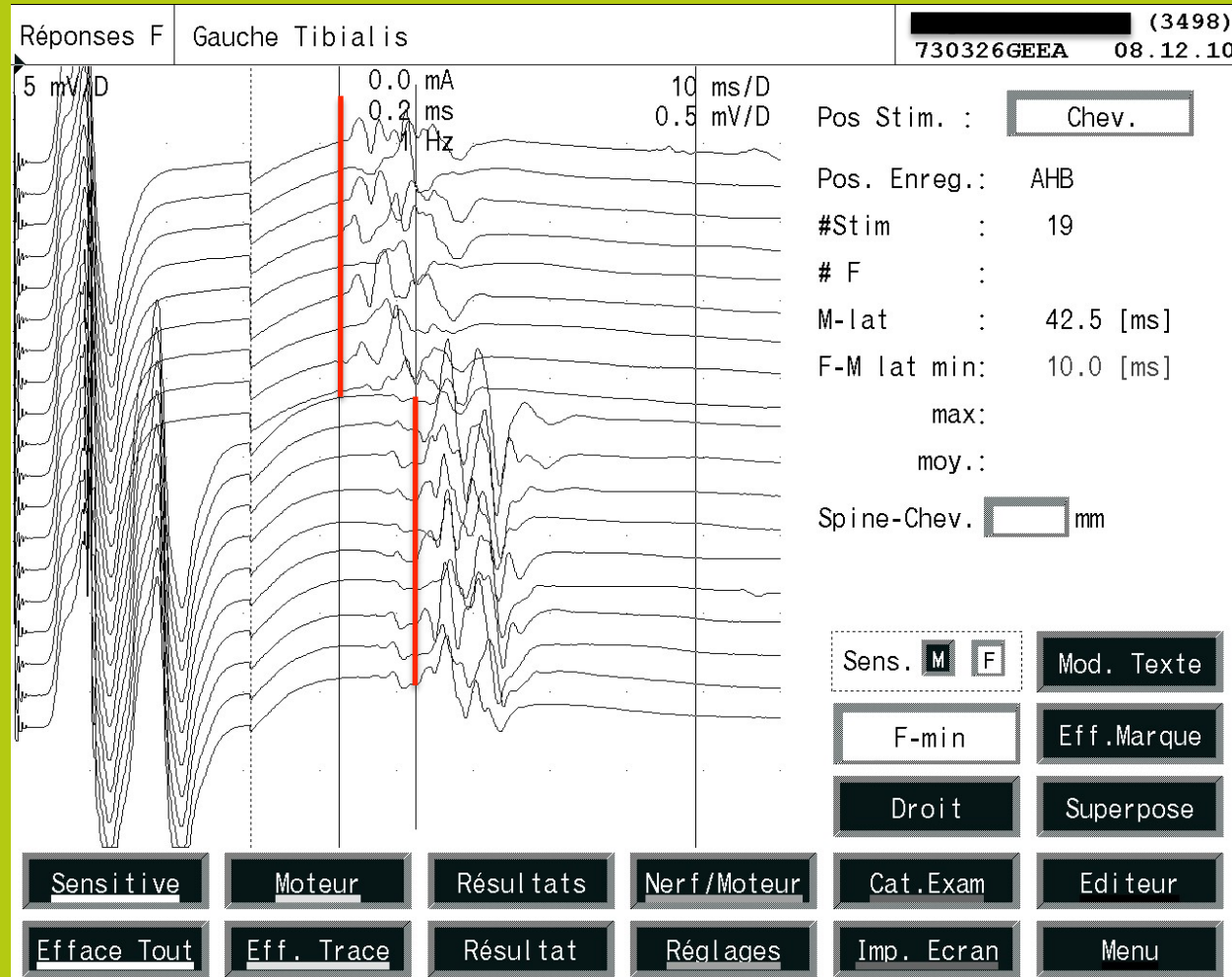
# Stimulation supramaximale : H



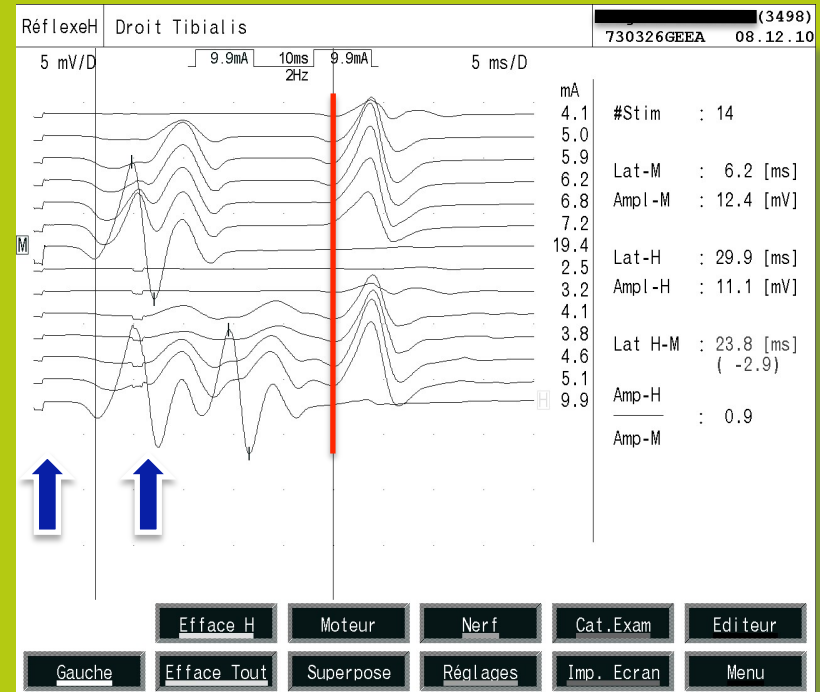
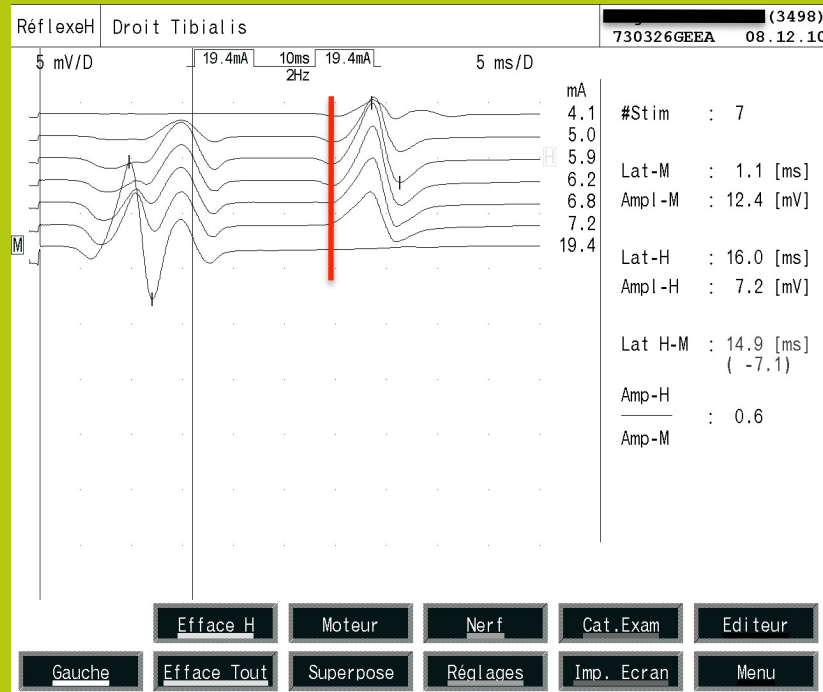
Inhibée par la stimulation supramaximale



# Doubles chocs serrés (ISI:10 ms) supramaximaux : abolition F1

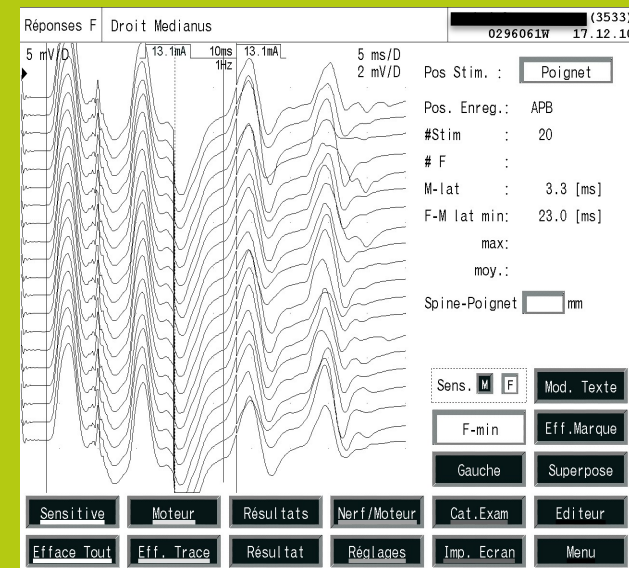
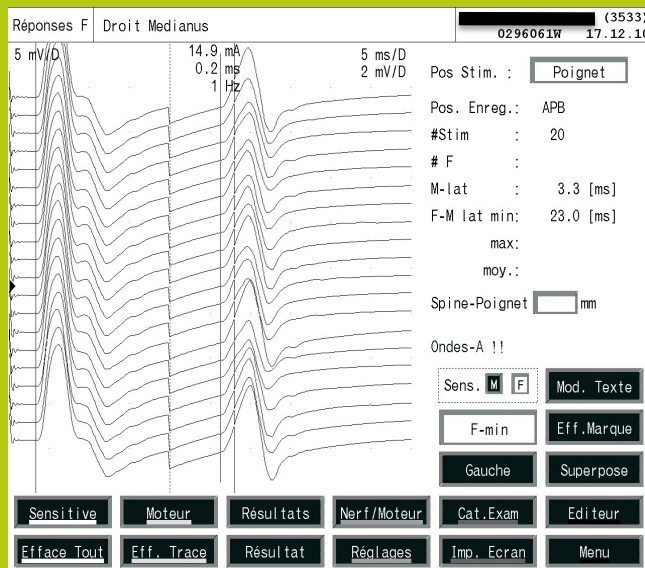


# doubles chocs serrés (ISI:10 ms) d'intensité croissante : H persiste

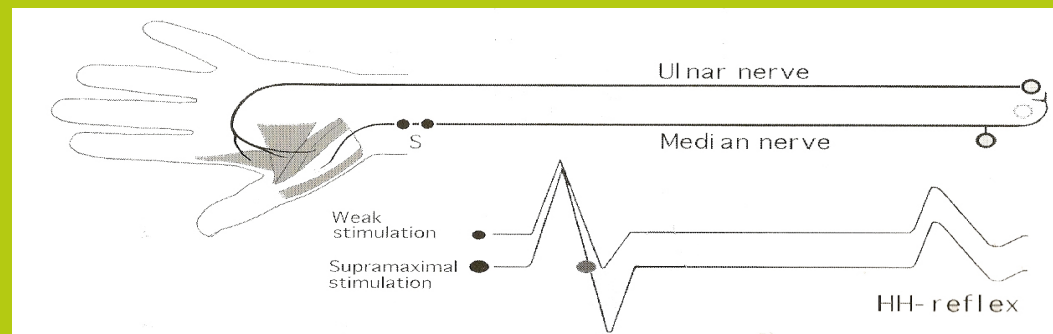




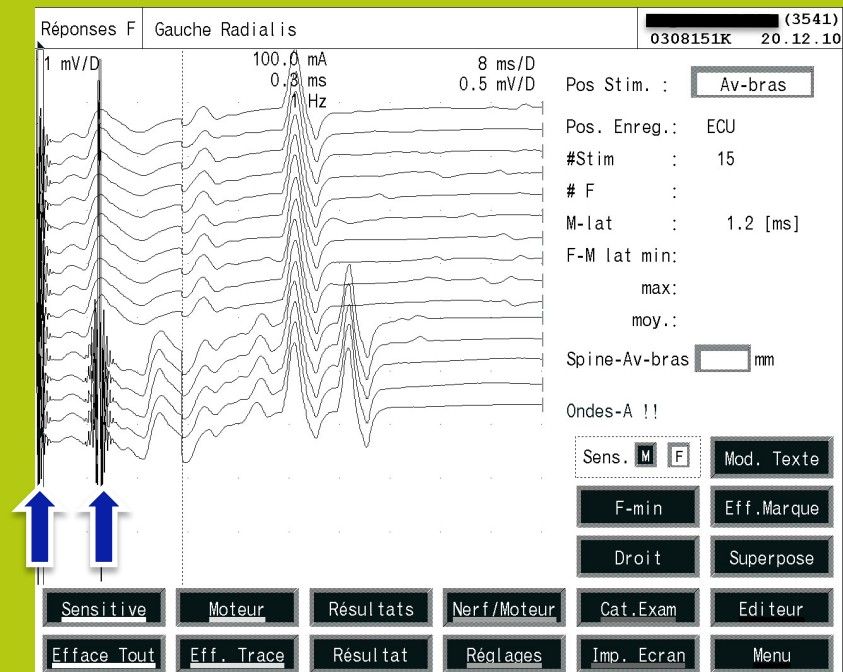
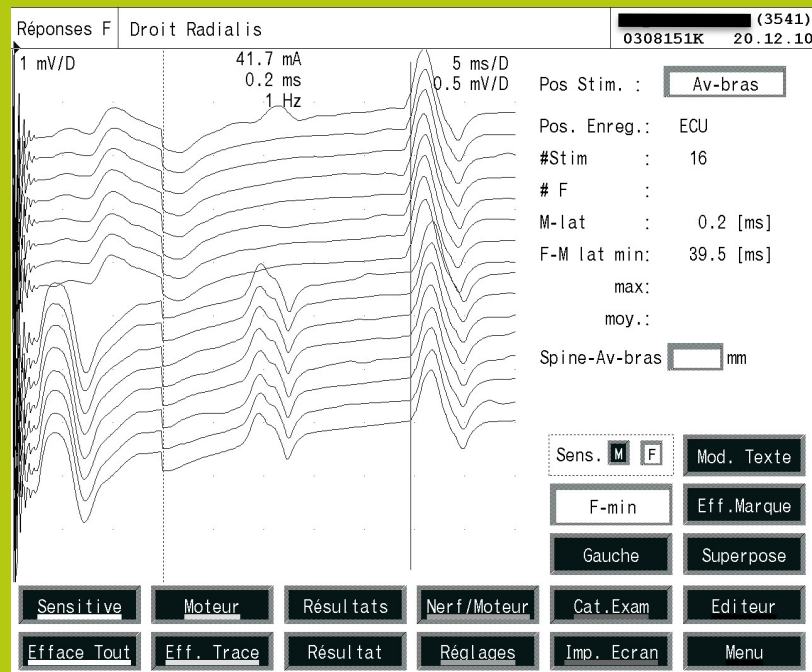
# Doubles chocs serrés (ISI:10 ms) supramaximaux : réflexe HH



Réponses tardives  
d'amplitude variable

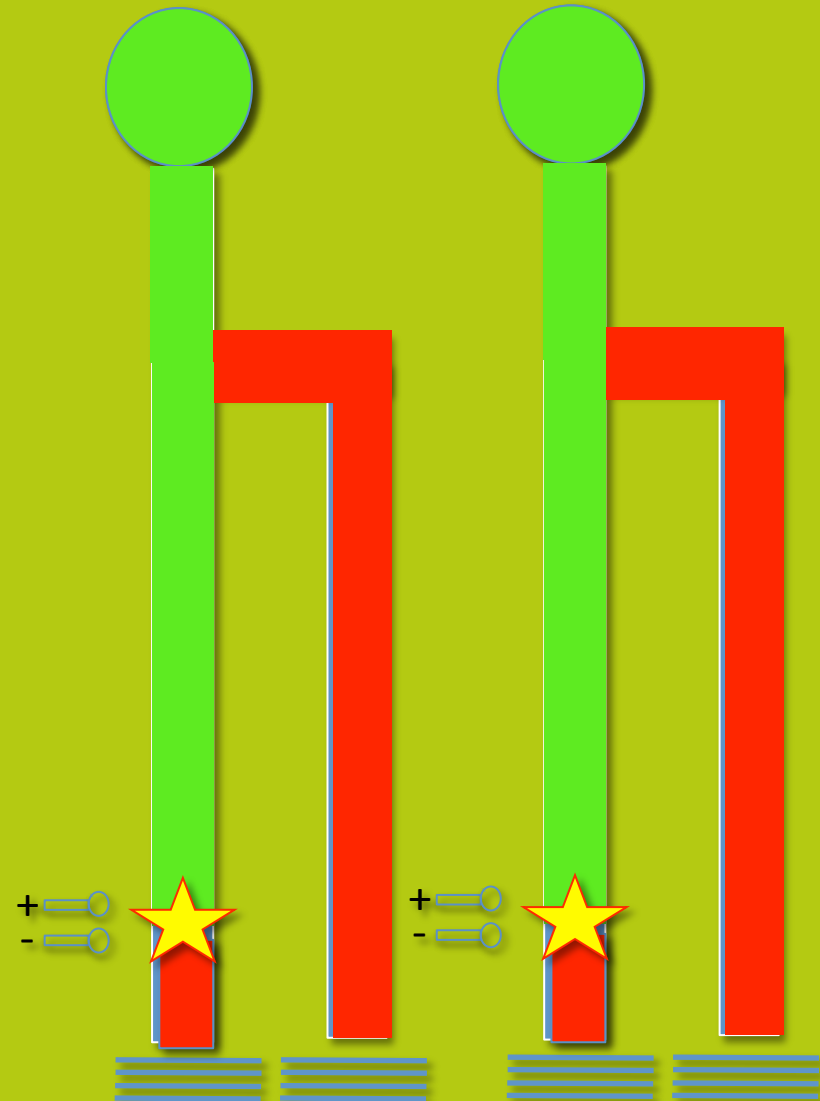
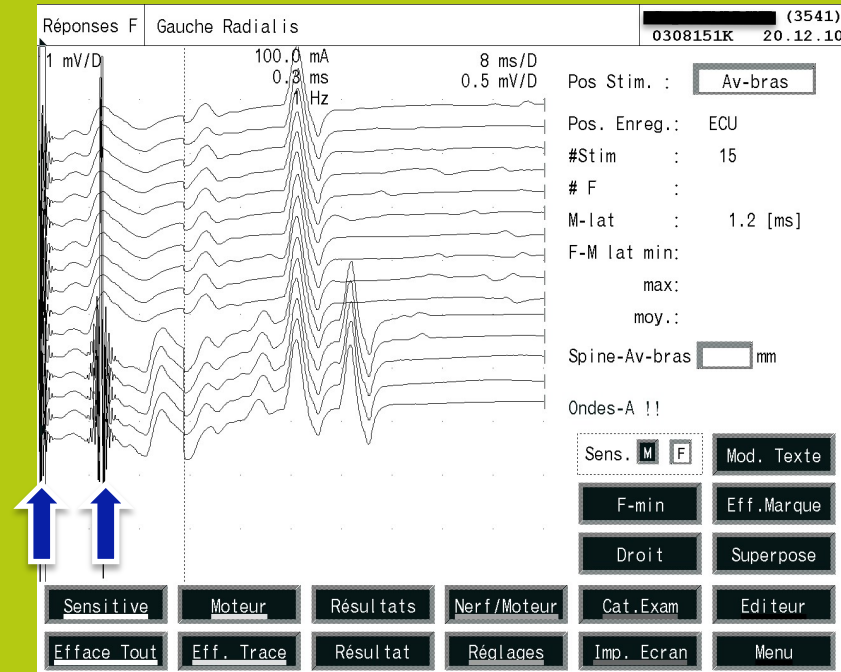


# Doubles chocs serrés (ISI:10 ms) : RAM persiste



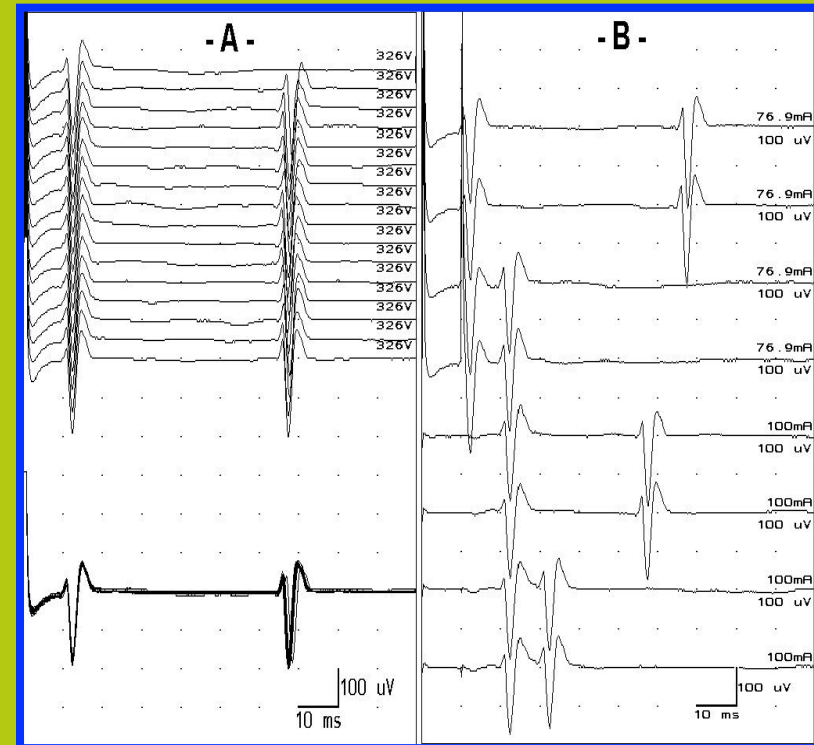
Réponses indirectes  
Morphologie constante  
Latence stable

# Doubles chocs serrés (ISI:10 ms) : RAM persiste



# Doubles chocs serrés (ISI:10 ms) : abolition de la DDI

- ① comme pour la réponse F,  
l'afférence = efférence
- ② => réponse intermédiaire  
indirecte disparaissant lors de la  
double stimulation serrée
- ③ >< réponse F  
svt latence + courte  
pfs constante  
pfs instable  
morphologie identique  
ce n'est pas une onde spinale



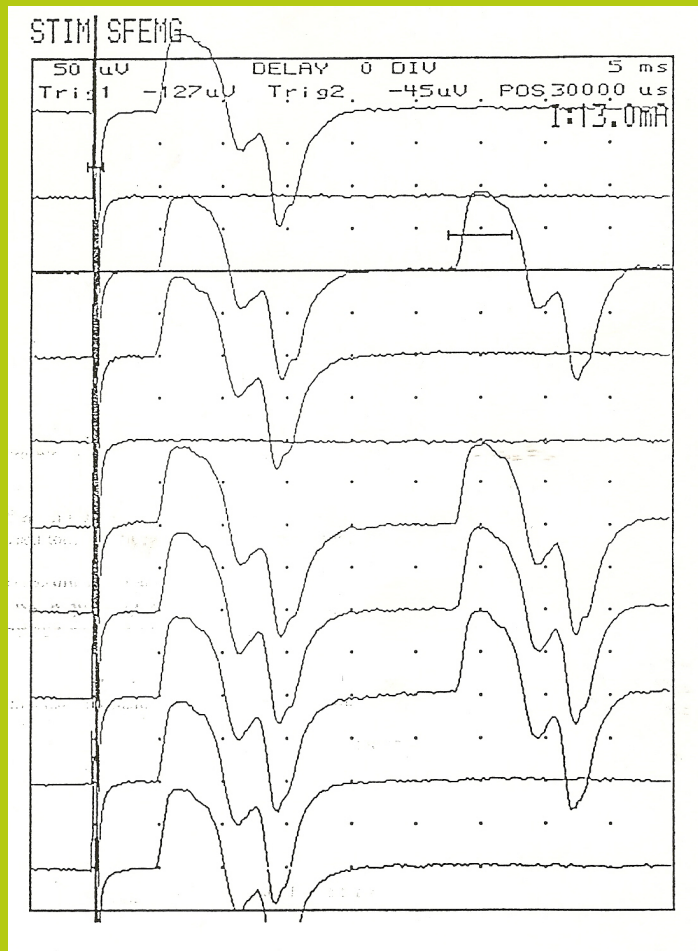
Soichot et Magistris, Liège 2004



# États d'excitation

**Persistance des réponses F**  
**États d'hypoexcitabilité : USI, sédatifs**  
**Manœuvres de facilitation**

# Persistance des réponses F



① Intensité du stimulus ?

NON

② Fréquence du stimulus ?

NON (0,5-5 Hz, Schiller et Stålberg 1978)

③ UM à conduction rapide ?

NON (Kimura *et al* 1984)

OUI (Fischer 1982, 1985, 1988, 1992)

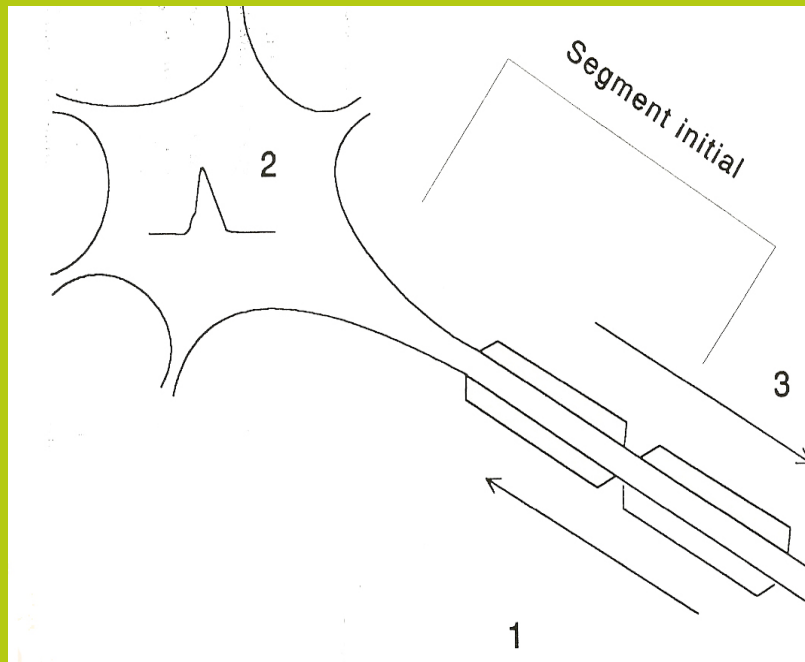
④ UM à *twitch* élevé ?

NON sauf...(Dengler *et al* 1992)

# Persistance des réponses F

## Excitabilité des motoneurones spinaux ?

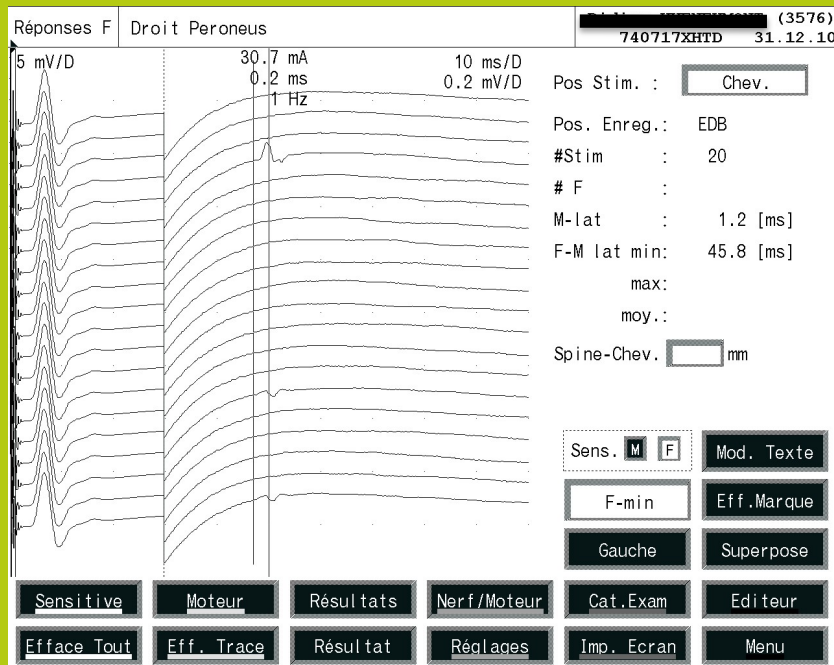
**OUI** : niveau d'excitabilité des MN, ajusté en permanence par les afférences inhibitrices et activatrices, conditionne :



- ① passage des courants antidromiques à travers le SI (augmentation de surface membranaire non myélinisée) (Eccles 1955)
- ② délai pour que PA somatique dépolarise de nouveau le SI (Schiller et Stålberg 1978, Brown 1984)
- ③ durée de la période réfractaire absolue du SI (0,9 – 1,2 ms, Eccles 1955)



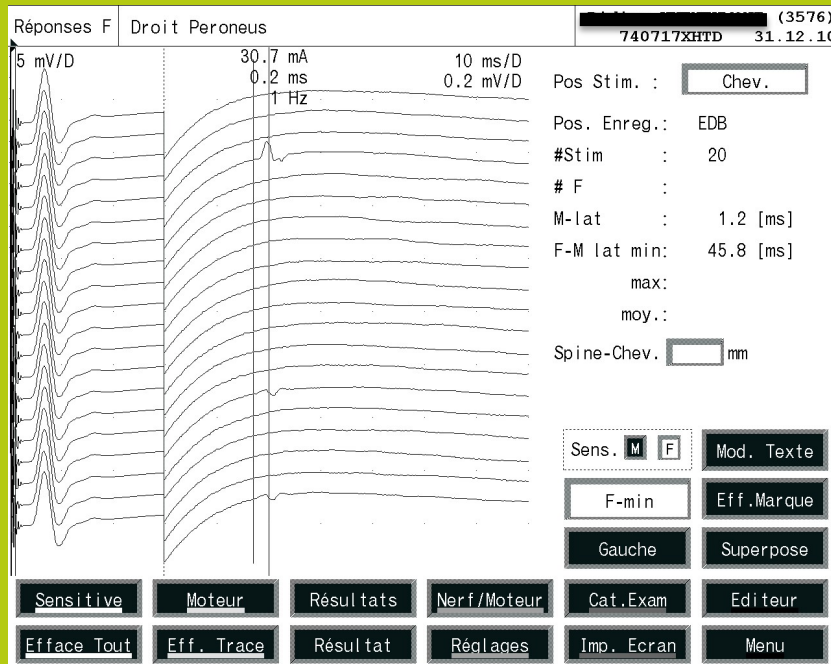
# États de manque (hypoexcitabilité)



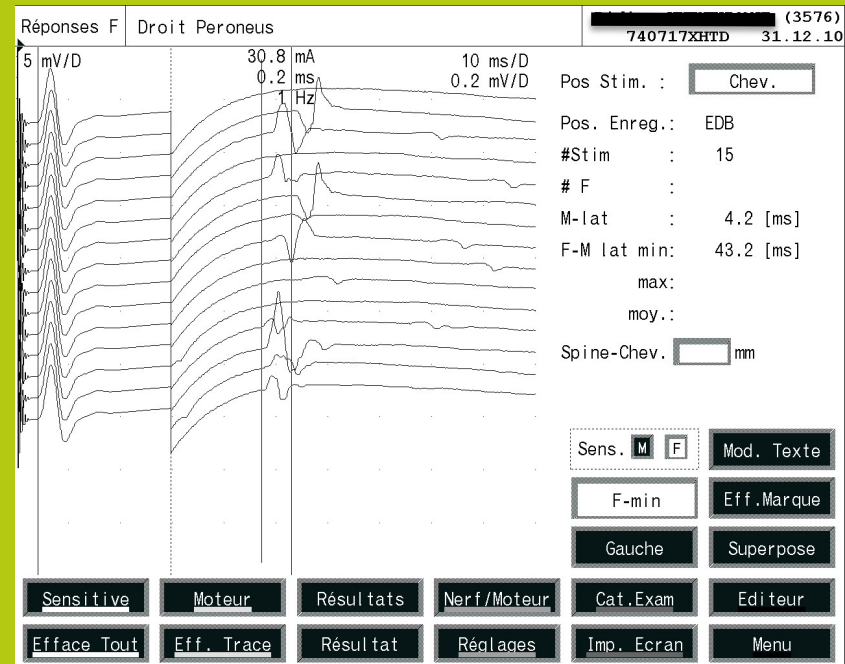
- ① tranquillisants
- ② sédation
- ③ patient dans USI
- ④ en dehors de toute atteinte neurologique
- ⑤ >> atteinte proximale du SNP

# Jendrassik ou équivalent

## ① Influence les réponses spinales H et F



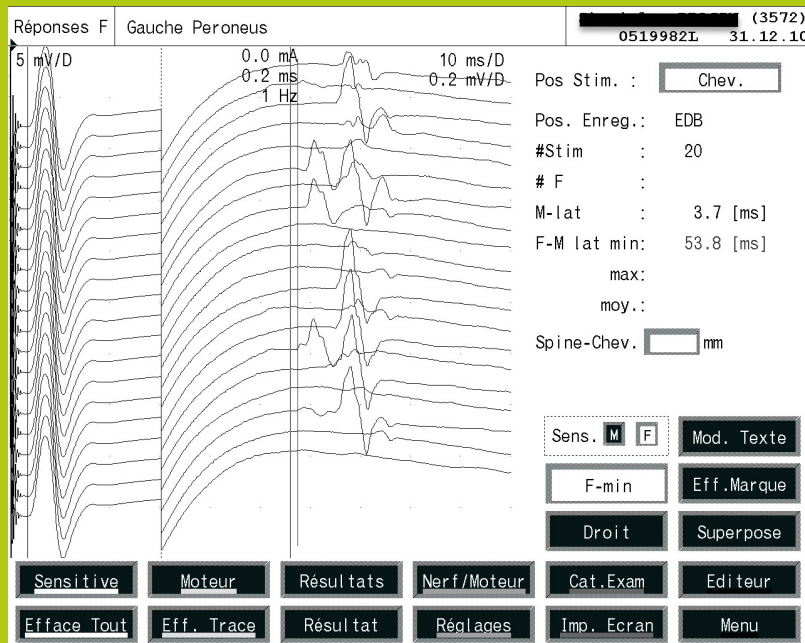
sans facilitation



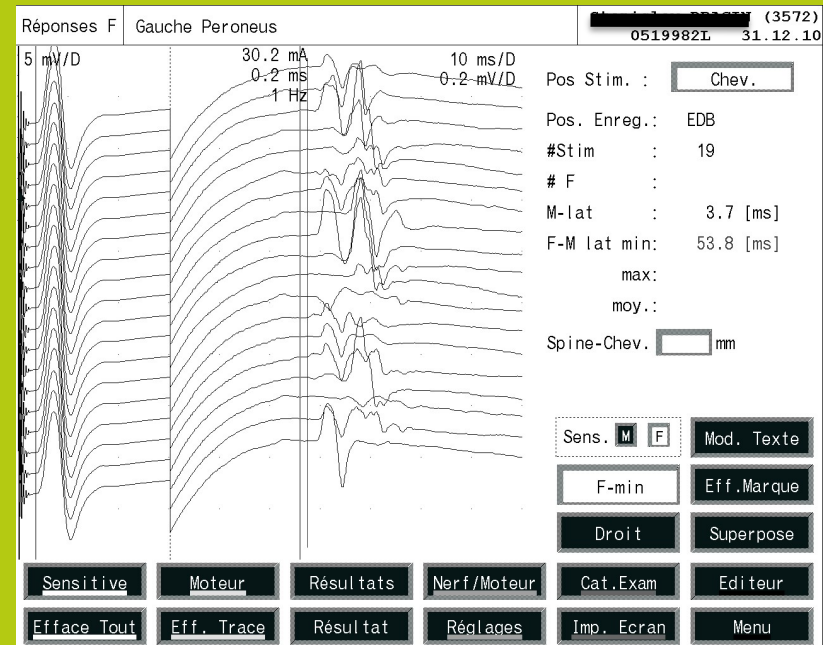
avec facilitation

# Jendrassik ou équivalent

- ① Influence les réponses spinales H et F
- ② Sans effet sur les réponses intermédiaires RAM et DDI



sans facilitation



avec facilitation

# États normaux

**Paramètres d'analyse**  
**Valeurs normatives**

# Méthodologie

- ① Cathode à 8 cm de G1 (électrode de détection « active »)
  - en ligne droite pour les nerfs ulnaires, fibulaire et tibial
  - en respectant le trajet nerveux pour le nerf médian
- ② G2 (référence)
  - pouce (n. médian), auriculaire (n. ulnaire), gros orteil (n. tibial)
  - en arrière de la malléole externe (n. fibulaire)
- ③ Réglages identiques à ceux d'une conduction motrice distale
  - intensité (supramaximale), durée de stimulation (0,2 ms),  
fréquence de stimulation (1 Hz max.), filtres (2 Hz-10 KHz)
- ④ Latence minimale mesurée si 7 réponses F au minimum

# Paramètres d'analyse

- ① Latence : minimale, moyenne, maximale, maximale-minimale, F-ratio, F-ratio modifié
- ② Vitesse de conduction : minimale, moyenne, maximale
- ③ Amplitude : moyenne, maximale, absolue ou relative à la réponse M maximale
- ④ Durée : moyenne
- ⑤ Persistance : globale ou des ondes F monomorphes



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

Neurophysiologie clinique 33 (2003) 185–195

NEUROPHYSIOLOGIE  
CLINIQUE  
CLINICAL  
NEUROPHYSIOLOGY

[www.elsevier.com/locate/neucli](http://www.elsevier.com/locate/neucli)

Article original

## Symétrie et reproductibilité temporelle des données neurographiques

### Symmetry and temporal variability of neurography

O. Bouquiaux, A. Horward, F.C. Wang \*

*Département d'électroneuromyographie, service de médecine de l'appareil locomoteur, CHU Sart-Tilman, bâtiment B35, 4000 Liège, Belgique*

		Amplitude PGAM	Surface PGAM	VCM	LDM	F-Lat min	F-Lat moy	F-Amp
Médian:	G/Dr	11	13		6	<b>3</b>	<b>3</b>	44
	T1/T2	9	13		6	<b>2</b>	<b>2</b>	40
Ulnaire:	G/Dr	10	9		7	<b>3</b>	<b>2</b>	38
	T1/T2	6	9		5	<b>2</b>	<b>2</b>	38
Fibulaire:	G/Dr	14	17	4	6	<b>3</b>	<b>3</b>	66
	T1/T2	10	16	4	5	<b>3</b>	<b>3</b>	46
Tibial:	G/Dr	14	13		7	<b>2</b>		26
	T1/T2	8	13		8	<b>2</b>		34

## Reproducibility in nerve conduction studies and F-wave analysis

Denise Spinola Pinheiro, Gilberto Mastrocola Manzano, João Antonio Maciel Nóbrega\*

Federal University of São Paulo, Neurology and Neurosurgery Department, Setor de Pesquisa e Pós-graduação em Neurofisiologia Clínica (SEPENC), Rua Otavio Nebias, 98 Ap. 131, Cep 04002-010, Sao Paulo, SP, Brazil

Accepted 16 May 2008  
Available online 14 July 2008

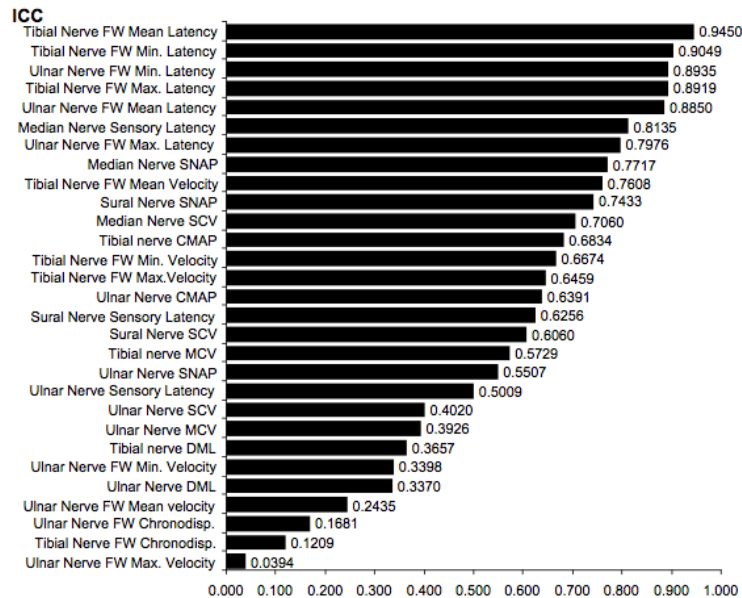


Fig. 1. ICC of all the parameters between the first and the second examinations.

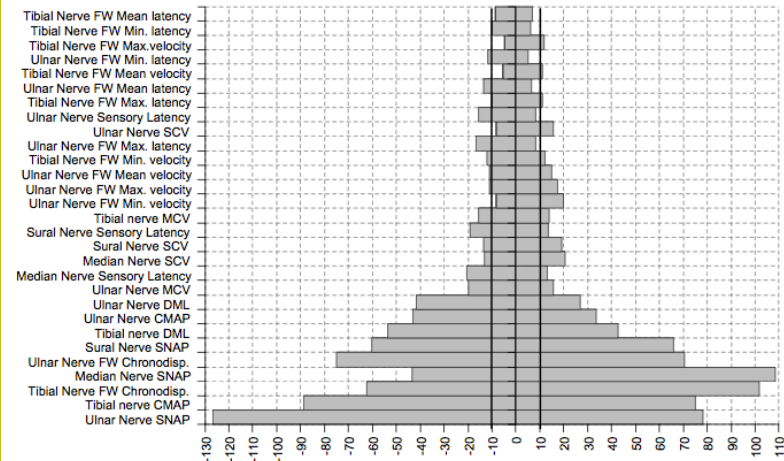


Fig. 2. RIV of all the parameters between the first and the second examinations.



# Valeurs normatives absolues

analyse multivariée => latence des ondes F corrélée:

- chez l'adulte : taille, âge, genre (parfois) (Puksa et al, 2003)
- chez l'enfant (3-20 ans) : taille (Puksa et al, 2011)

Équations de régression linéaire multiple:

$$Y = \text{constante} + x_1 * \text{age} + x_2 * \text{age}^2 + x_3 * \text{taille}$$

$$Y = \text{valeur de référence moyenne attendue}$$

Z-score (l'écart de la **valeur mesurée** par rapport Y) :

$$Z = (Y - \text{valeur mesurée}) / DS$$

Z-score considéré normal : entre - 2 et + 2

# Valeurs normatives absolues

**ABSTRACT:** In this study we examined the diagnostic sensitivity of minimal F-wave latency, F-wave persistence, motor nerve conduction velocity (MCV), and amplitude of the compound motor action potential (CMAP) of the median, ulnar, tibial, and peroneal nerves, and of sensory conduction velocity (SCV) and sensory nerve action potential (SNAP) amplitude of the sural nerve in 82 diabetic patients. For the median, ulnar, and tibial nerves the Z scores of the minimal F-wave latency were significantly larger than those of the MCV, and for all four motor nerves the Z scores of the minimal F-wave latency were significantly larger than those of the amplitude of the CMAP. The Z scores of the peroneal minimal F-wave latency exceeded those of peroneal MCV, sural SCV, and sural SNAP. F-wave persistence did not differ significantly from the reference values. In conclusion, minimal F-wave latency is the most sensitive measure for detection of nerve pathology and should be considered in electrophysiological studies of diabetic patients. © 1997 John Wiley & Sons, Inc. *Muscle Nerve* 20: 1296–1302, 1997

Key words: minimal F-wave latency; nerve conduction; diabetic polyneuropathy; diagnostic sensitivity; nerve pathology

---

## **F-WAVE LATENCY, THE MOST SENSITIVE NERVE CONDUCTION PARAMETER IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS**

**HENNING ANDERSEN, MD,<sup>1,2\*</sup> ERIK STÅLBERG, MD, PhD,<sup>1</sup> and BJÖRN FALCK, MD, PhD<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Clinical Neurophysiology, University Hospital, Uppsala, Sweden

<sup>2</sup> Department of Neurology, Aarhus University Hospital, 8000 Aarhus, Denmark

*Received 27 March 1996; accepted 20 April 1997*

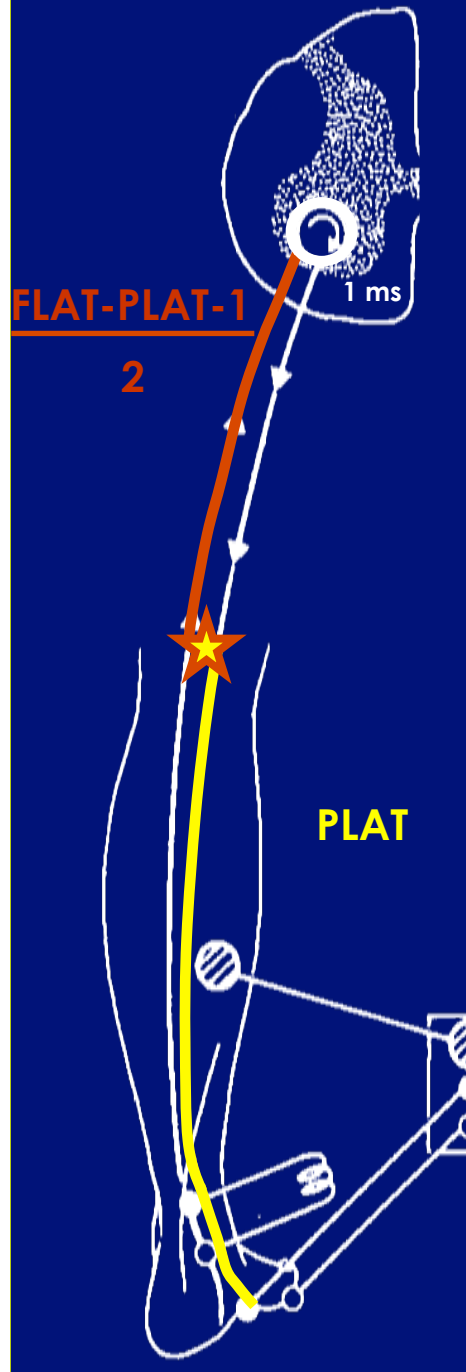
# Valeurs normatives relatives

## Limites de symétrie et de variabilité temporelle

Nerfs	Variabilité G/Dr	Variabilité temporelle
Médian	1,5 ms (1)	1,0 ms (1)
	1,3 ms (2)	1,0 ms (2)
Ulnaire	1,5 ms (1)	1,2 ms (1)
	1,4 ms (2)	1,1 ms (2)
Fibulaire	3,0 ms (1)	2,6 ms (1)
	3,5 ms (2)	3,7 ms (2)
Tibial	3,0 ms (1)	2,0 ms (1)
	3,0 ms (2)	3,5 ms (2)

(1) : Puksa *et al*, 2003 ; (2) : Bouquiaux *et al*, 2003

# F-ratio



FLAT-PLAT-1

FR =

2\*PLAT

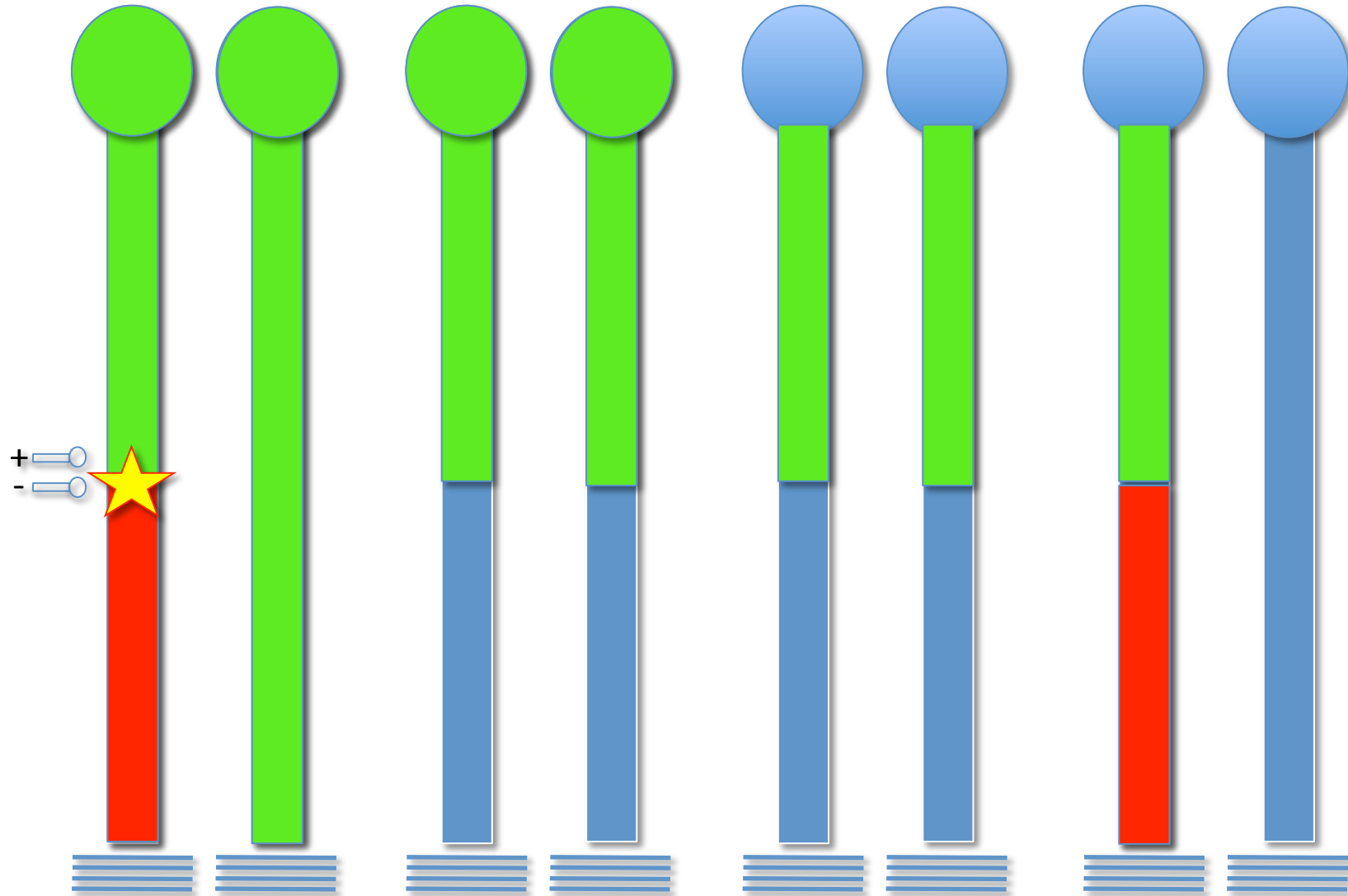
	Moyenne $\pm$ DS
Médian	0,89 $\pm$ 0,060
Ulnaire	0,91 $\pm$ 0,059
Fibulaire	1,00 $\pm$ 0,080
Tibial	1,17 $\pm$ 0,063

FLAT

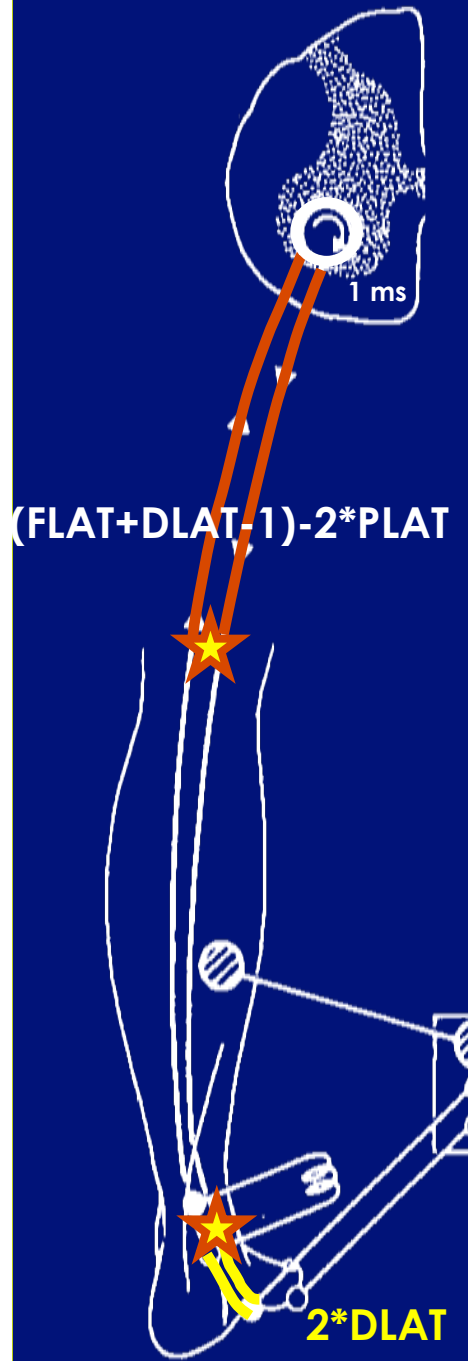
- PLAT

- 1

÷ 2 x PLAT



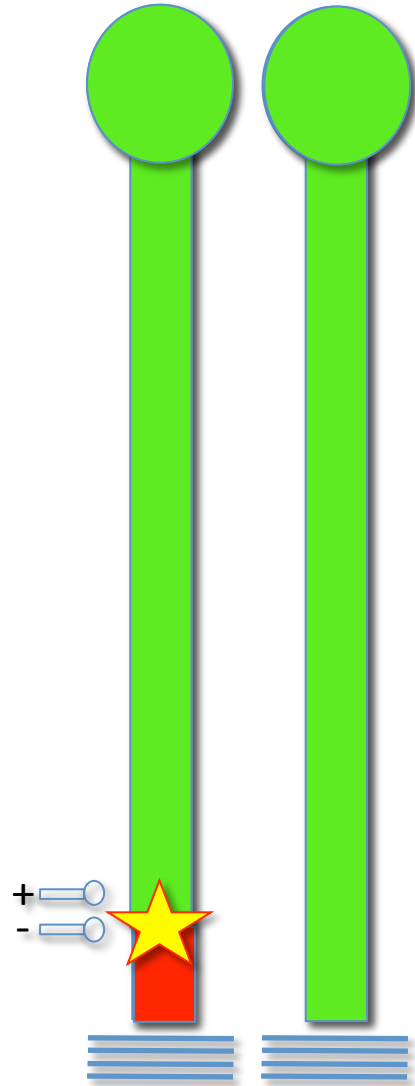
# F-ratio modifié



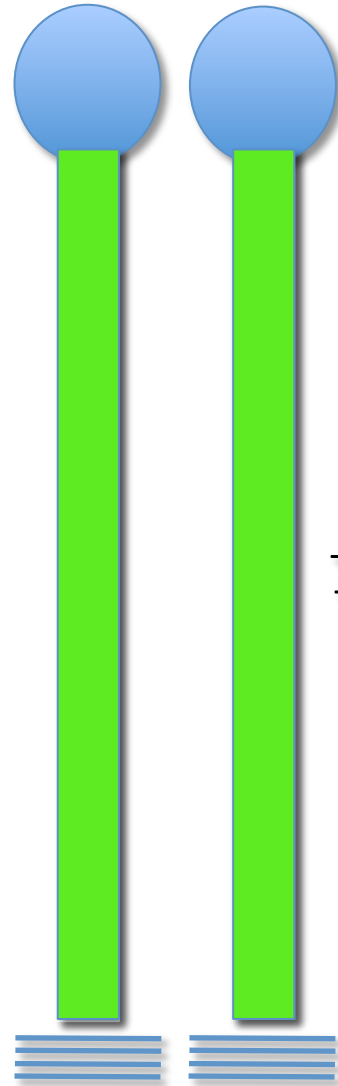
$$\text{MFR} = \frac{(\text{FLAT} + \text{DLAT} - 1) - 2 * \text{PLAT}}{2 * \text{DLAT}}$$

	Moyenne ± DS
Médian	1,92 ± 0,20
Ulnaire	2,86 ± 0,27
Fibulaire	3,50 ± 0,40
Tibial	3,30 ± 0,37

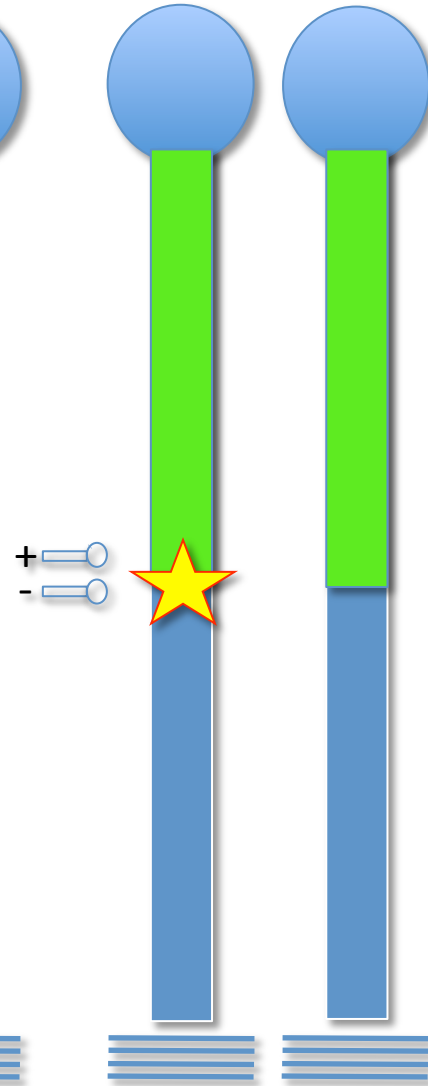
FLAT



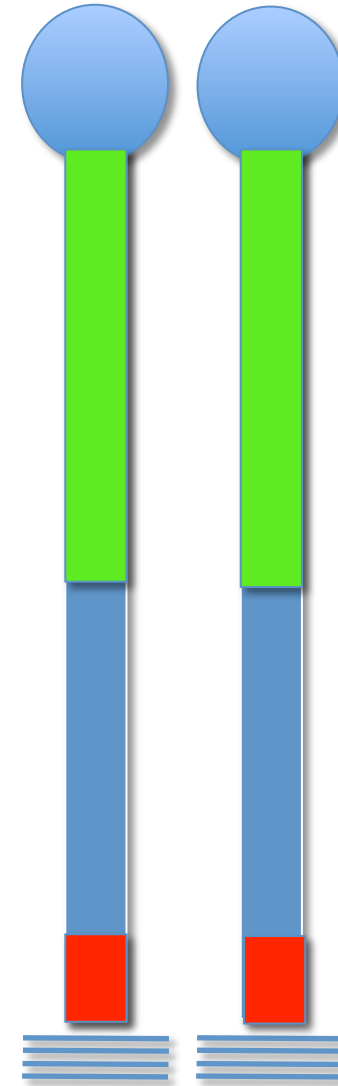
+ DLAT - 1



- 2 PLAT



÷ 2 DLAT



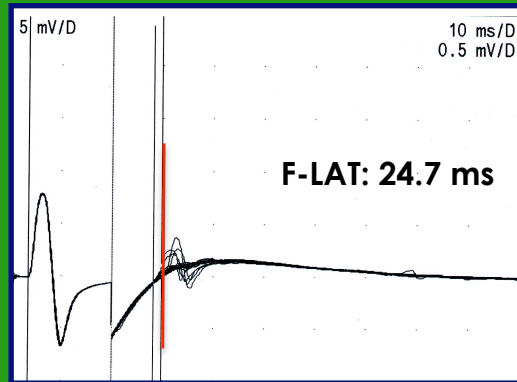
# États de mal

**Neuropathies démyélinisantes**  
**Pathologies du motoneurone**

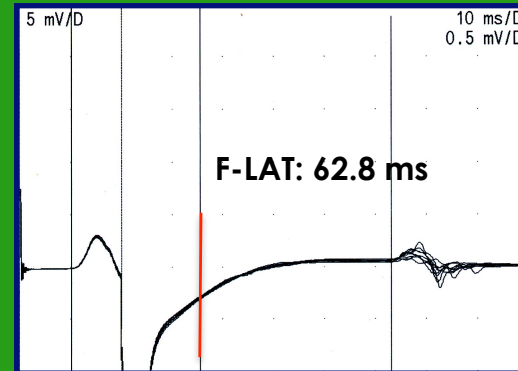
...



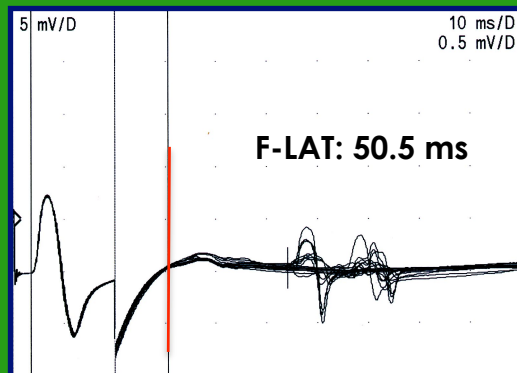
**Normal**



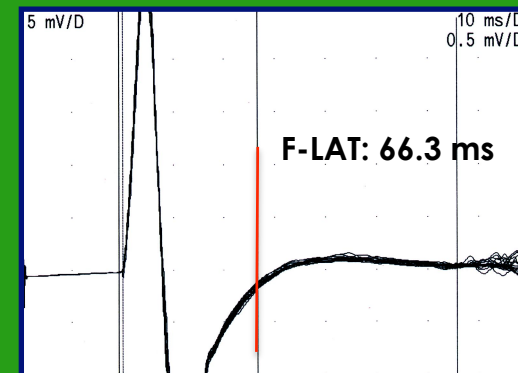
**CMT1a**



**PRNC**



**DADS**



# Neuropathies démyélinisantes

	CMT1a	PRNC	DADS
Index de latence terminale	0.37 (-1.39 DS)	<b>0.51 (+2.5 DS)</b>	<b>0.17 (-6.9 DS)</b>
F-ratio	0.78 (-1.80 DS)		<b>0.57 (-5.3 DS)</b>
F-ratio modifié	1.79 (-0.65 DS)	<b>4.75 (+14.2 DS)</b>	<b>0.88 (-5.2 DS)</b>

# Latence F : 120% LSN (n. tibial)

	150	160	170	180	190	200
20	58,4	64,1	69,7	75,4	80,9	86,5
30	59,9	65,5	71,2	76,8	82,4	88,1
40	61,4	67,1	72,7	78,4	84	89,6
50	63	68,6	74,2	79,8	85,4	91,1
60	64,4	70,1	75,7	81,4	87	92,6
70	66	71,6	77,3	82,9	88,4	94,1
80	67,4	73,1	78,7	84,4	90	95,6
90	69	74,6	80,3	85,9	91,6	97,2

	150	160	170	180	190	200
20	6	6	6	7	8	8
30	6	7	7	7	8	8
40	6	7	7	7	8	8
50	6	7	7	8	8	8
60	6	7	7	8	8	8
70	7	7	7	8	8	9
80	7	7	7	8	8	9
90	7	7	8	8	8	9

- ① Z-score entre 2 et 4 : myélinopathie diffuse peu probable
- ② Z-score entre 4 et 7 : myélinopathie diffuse possible
- ③ Z-score  $\geq$  7 : myélinopathie diffuse probable (Tankisi *et al*, 2005)
- ④ Z-Score  $\geq$  8 : myélinopathie diffuse définie

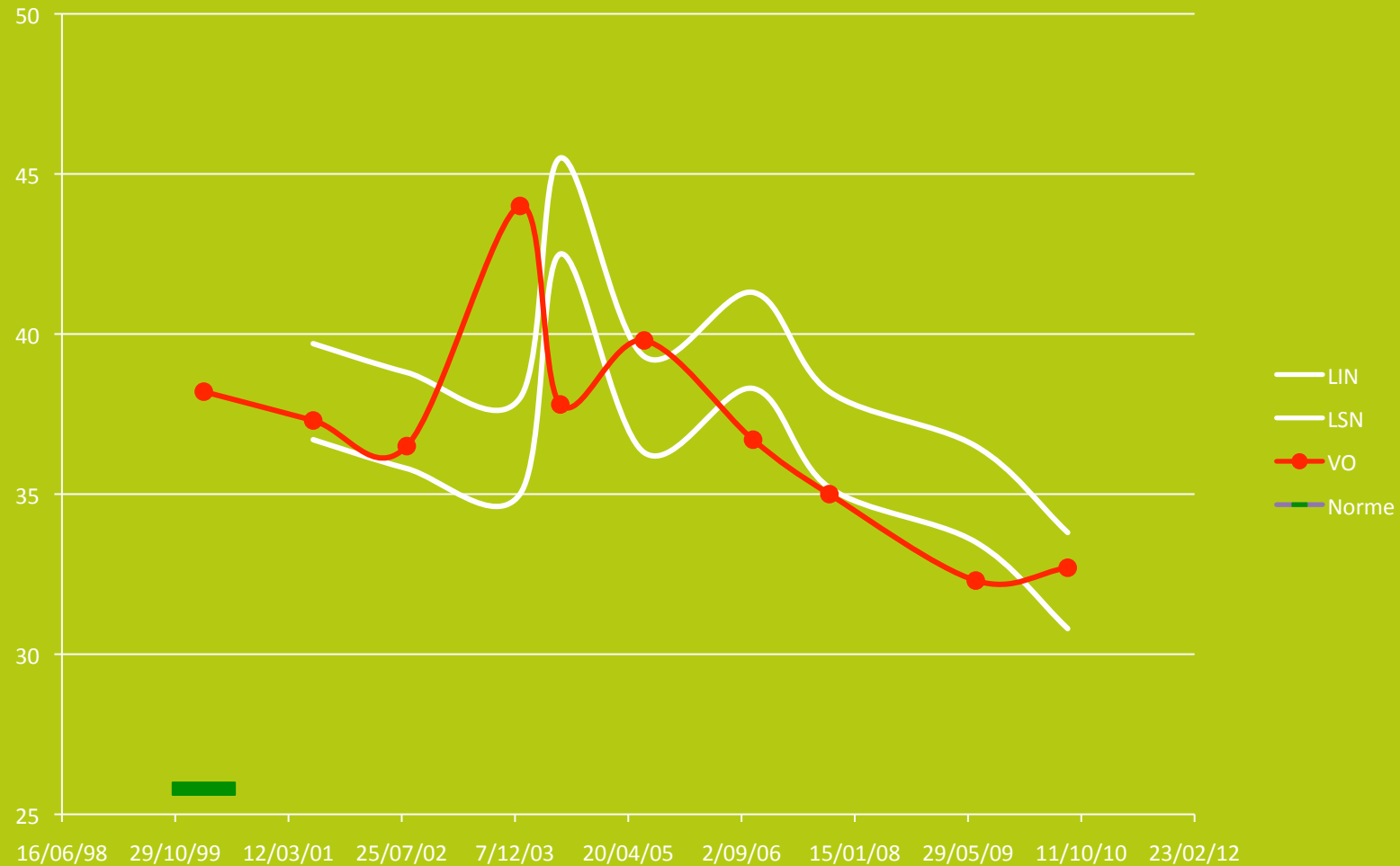
# Latence F : 120% LSN (n. tibial)

	150	160	170	180	190	200
20	58,4	64,1	69,7	75,4	80,9	86,5
30	59,9	65,5	71,2	76,8	82,4	88,1
40	61,4	67,1	72,7	78,4	84	89,6
50	63	68,6	74,2	79,8	85,4	91,1
60	64,4	70,1	75,7	81,4	87	92,6
70	66	71,6	77,3	82,9	88,4	94,1
80	67,4	73,1	78,7	84,4	90	95,6
90	69	74,6	80,3	85,9	91,6	97,2

	150	160	170	180	190	200
20	33	32	31	30	29	29
30	33	32	31	30	29	28
40	32	31	30	30	29	28
50	32	31	30	29	29	28
60	32	31	30	29	29	28
70	31	30	30	29	28	28
80	31	30	29	29	28	28
90	31	30	29	29	28	28

- ① < 20 % : myélinopathie diffuse peu probable
- ② entre 20 et 30 % : myélinopathie diffuse possible
- ③ > 30 % : myélinopathie diffuse probable
- ④ > 40 % : myélinopathie diffuse définie

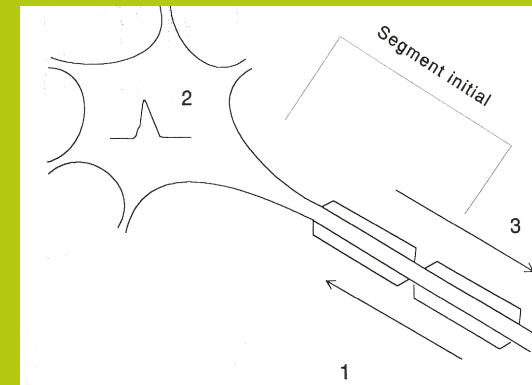
# Suivi longitudinal (n. médian) Lewis-Sumner



# Sclérose latérale amyotrophique

## ① allongement modéré de la latence minimale

- **perte des axones à conduction rapide** (Cornblath *et al*, 1992)
- **trouble du transport axonal** (Felice, 1998)
- **démyélinisation proximale** (Bradley, 1987)
- **hyperexcitabilité des grands MN avec réactivation trop précoce du SI** (Fisher, 1992)



## ② diminution de la persistance (Argyriou *et al*, 2006)

- **hyperexcitabilité des MN avec réactivation trop précoce du SI**  
(Fisher, 1992 ; Peioglou-Harmoussi *et al*, 1987)
- **perte motoneuronale**

# Sclérose latérale amyotrophique

## ① augmentation de l'amplitude

- **réinnervation collatérale** (Eisen and Swash, 2001)

- **augmentation du nombre de MN participant à la réponse F**

> **hyperexcitabilité motoneuronale** (Argyriou *et al*, 2006)

## ② augmentation de la fréquence des ondes F monomorphes de

grande amplitude (Petajan, 1985 ; Peioglou-Harmoussi *et al*, 1987 ;

Maisonobe, 2000)

- **Fmax/Mmax > 15%** : (Maisonobe, 2000)

Chapter 14

**Motor neuron disorders: novel electrophysiologic approach (MUFDEC protocol)**

F.C. Wang<sup>a,\*</sup>, N. Le Forestier<sup>b</sup>, P. Gérard<sup>a</sup>, J.C. Willer<sup>b</sup>, V. Meininger<sup>b</sup>,  
D. Dive<sup>a</sup>, A. Maertens de Noordhout<sup>a</sup> and P. Bouche<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Neurophysiology, CHU Liège, 4000 Liège, Belgium

<sup>b</sup>Department of Neurology and Neurophysiology, Pitié-Salpêtrière Hospital,  
75651 Paris Cedex 13, France

① Réponses M

- thénar X 2, TA X 2 : amp, surface
- score moteur, score/DD

② Décrément (SNR 3 Hz)

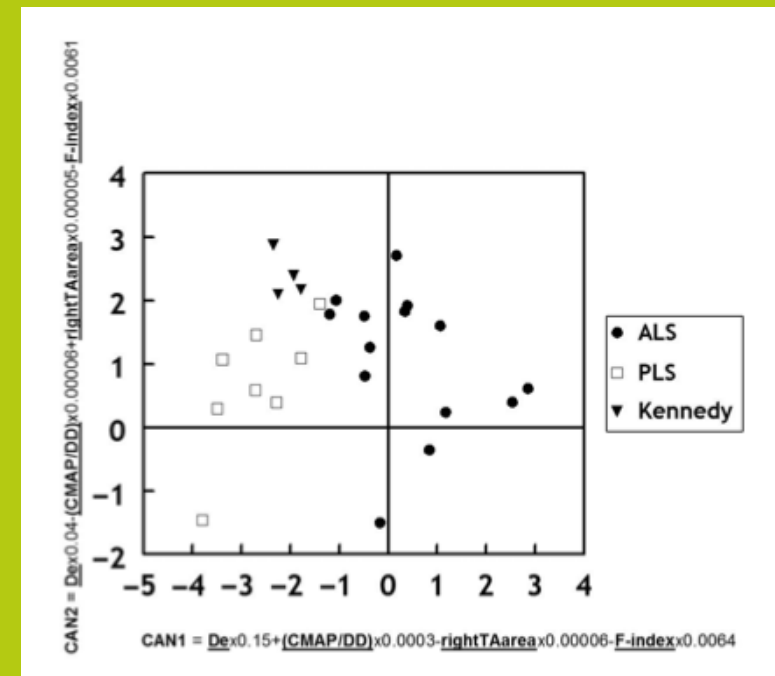
③ Réponses F

- NI : M amp/(LDM X F persistance)  
(de Carvalho et Swash, 2000)
- **index F** : F persistance X F amp

④ MUNE (thénar le – atteint)

- nb d'UM, nb d'UM/DD
- taille moyenne PUM

⑤ % de changement T1/T2  
des ≠ paramètres





# MERCI

Diaporama à télécharger >

☐ section liens du site <http://cf-enmg.blogspot.com>

☐ ou directement sur le site <http://enmgblog.blogspot.com>