

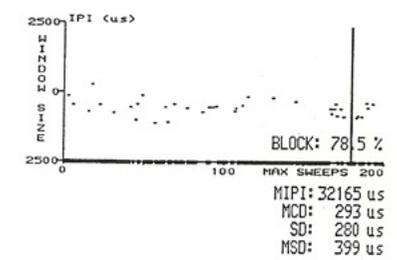
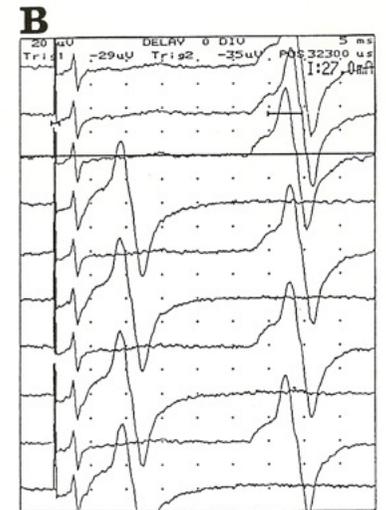
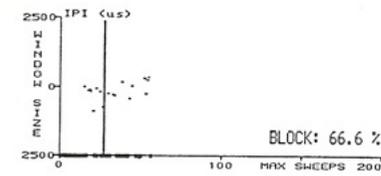
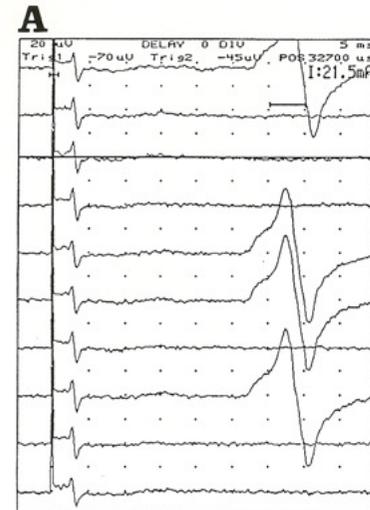
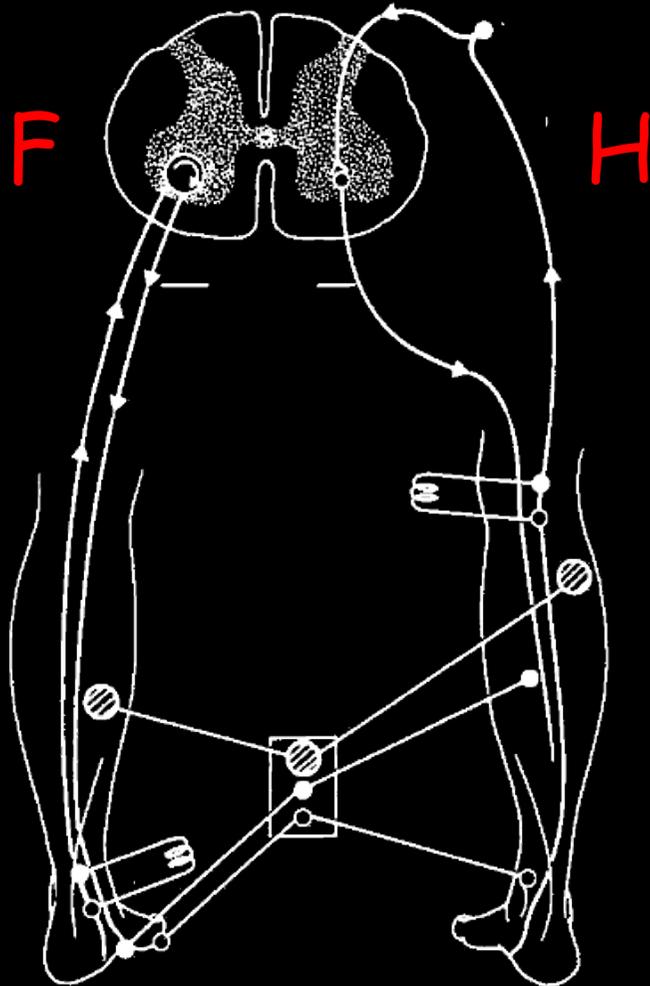
Les techniques " plus " mais faisables

F. Wang

Objectif pédagogique : Connaître les nouvelles techniques Imax, Munix et une technique un peu plus ancienne, la collision pour les ramener chez soi.

Collisions

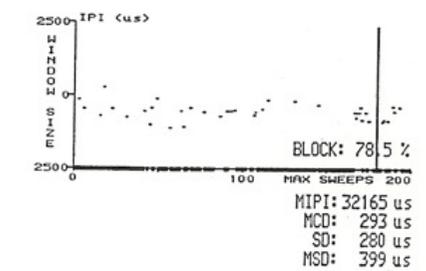
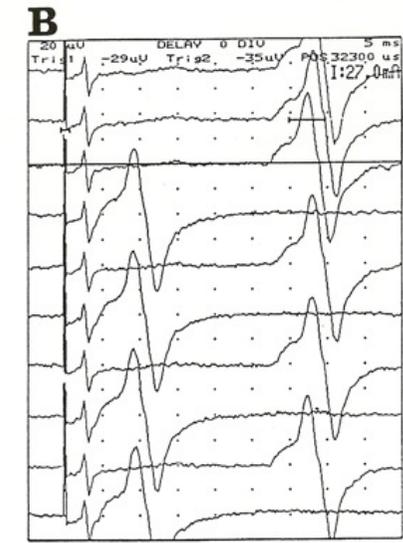
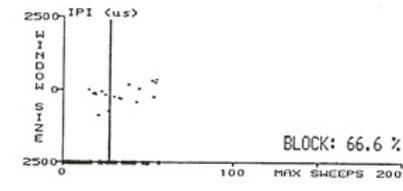
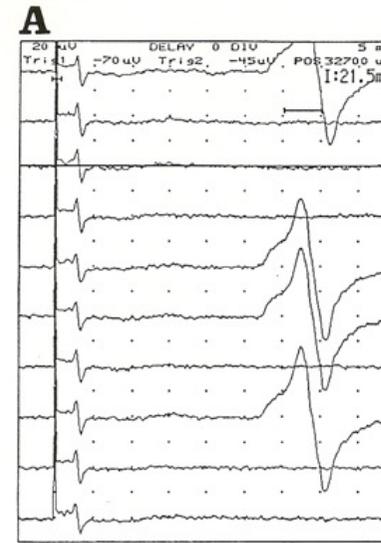
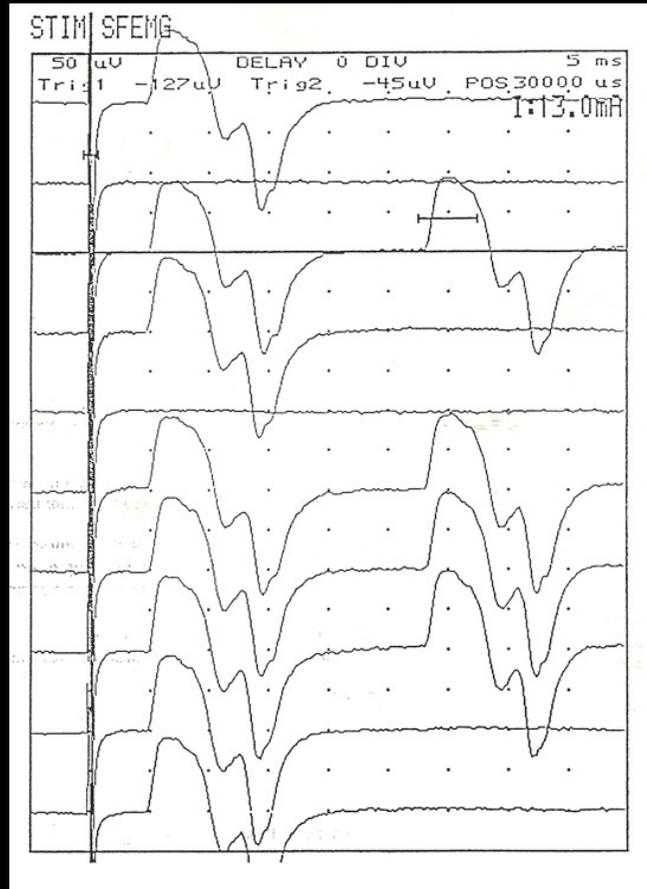
Réflexe H



F

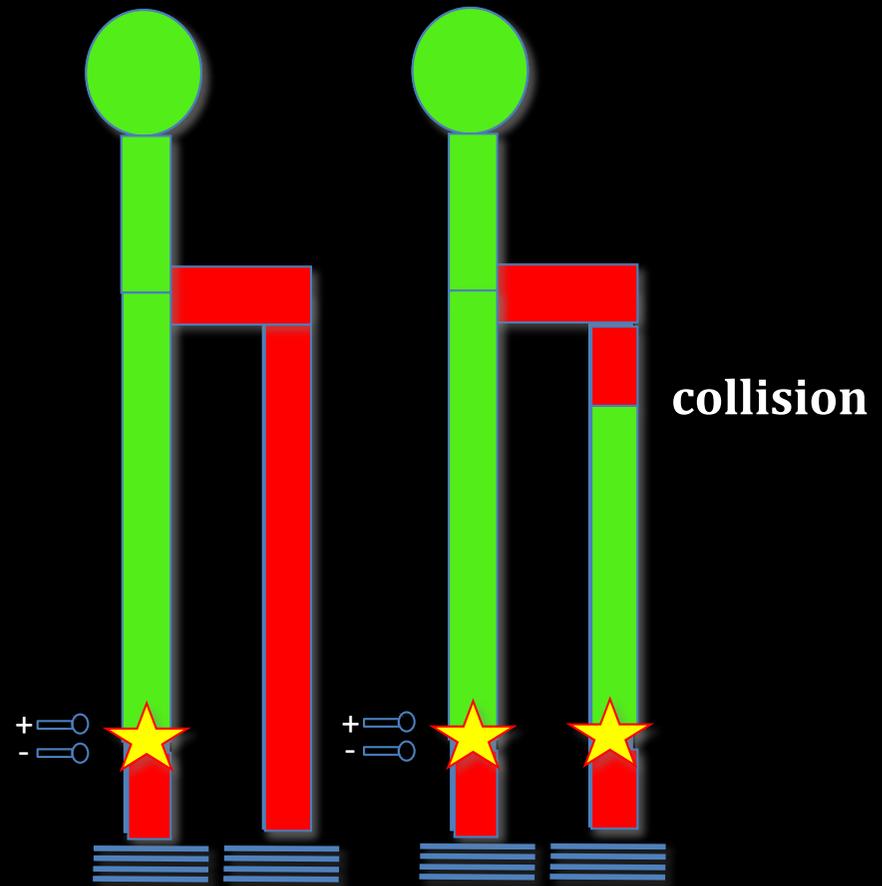
Réflexe H

H

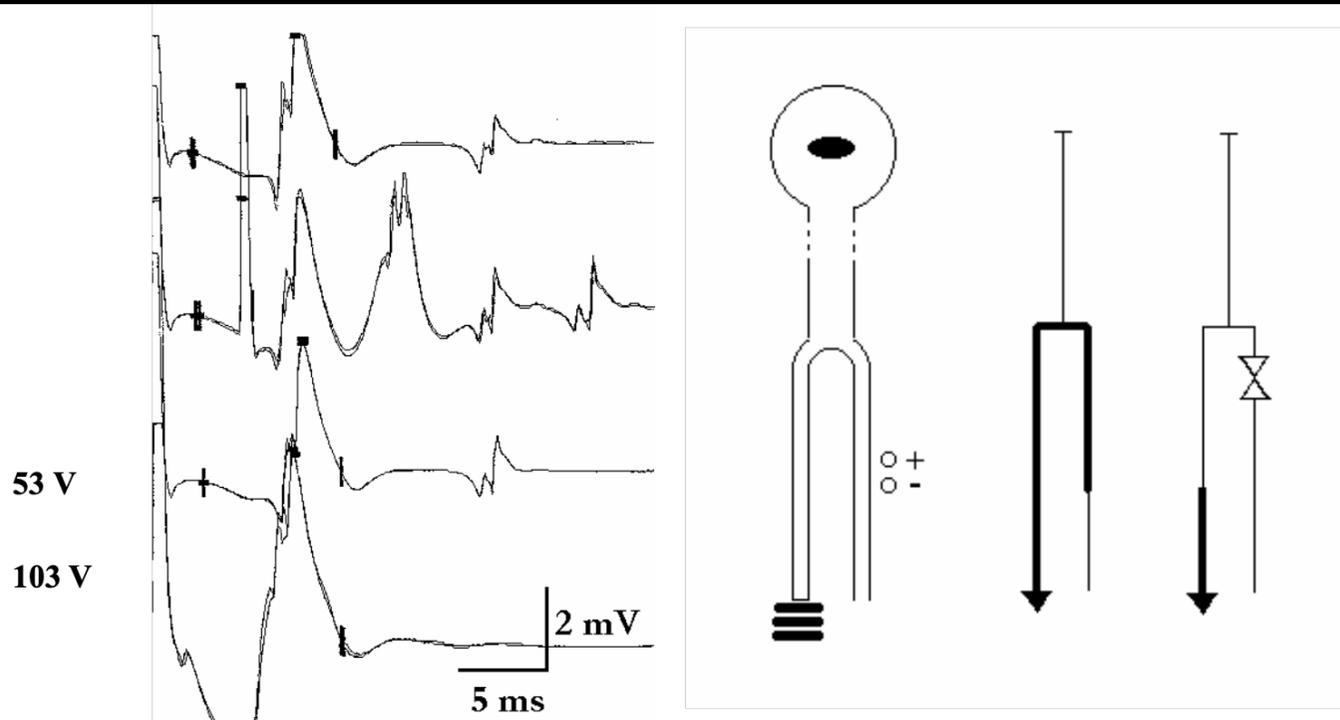


Réflexe d'axone moteur (RAM)

- **Axonopathie chronique**
- Réinnervation terminale =>
- Bifurcation axonale anormale =>
- **RAM**
- Les deux branches activées
(stimulation plus intense) =>
disparition de la réponse
indirecte (« saut du RAM »)



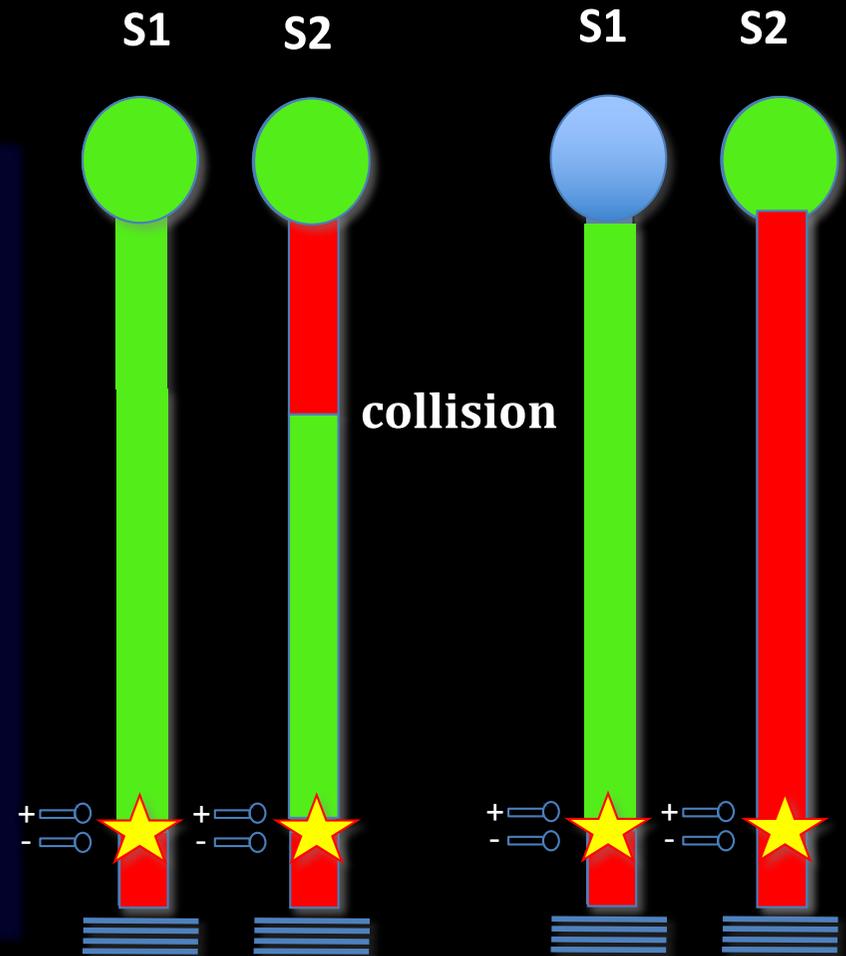
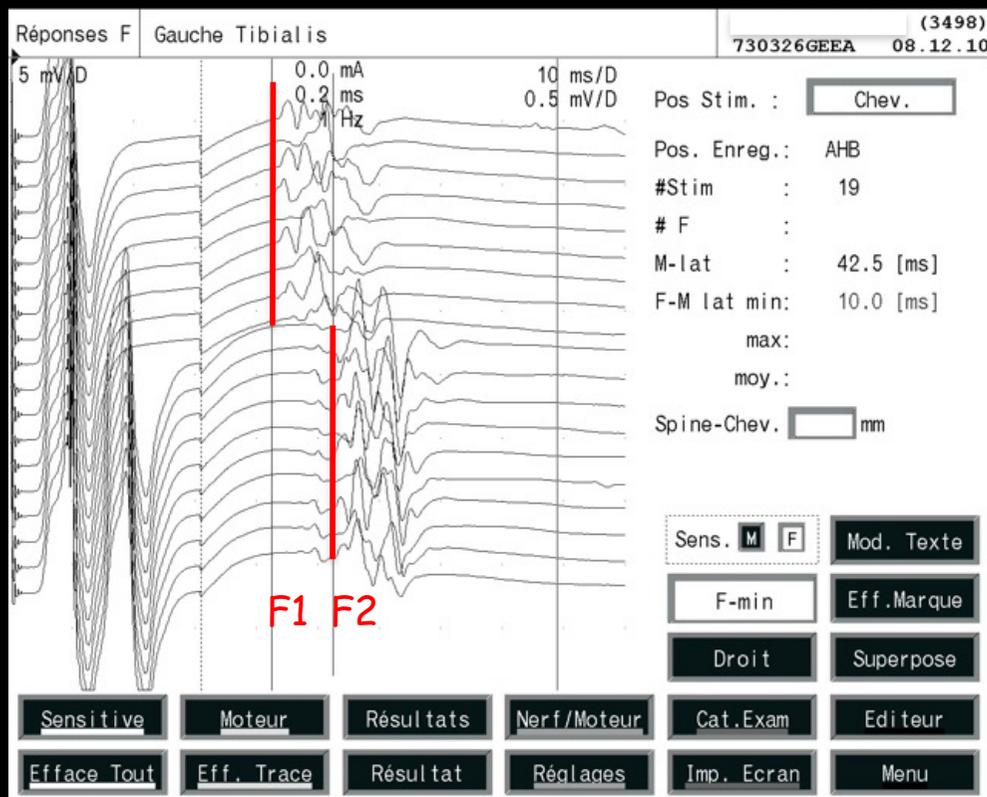
RAM



11292-3 F 72 ans – Maladie de Wegener. séquelles de mononeuropathie multiple réception muscle ADM (EA) stimulation au point moteur (à cheval sur l'aiguille de réception). Intensité de stimulation trois traces supérieures (53 V), trace inférieure 103 V. 2° trace supérieure stimulation double 5 ms. Noter la disparition du RAM dans la réponse M aux intensités forte.

Pierre Soichot

Onde F lors de doubles chocs serrés (IIS) : 10 ms

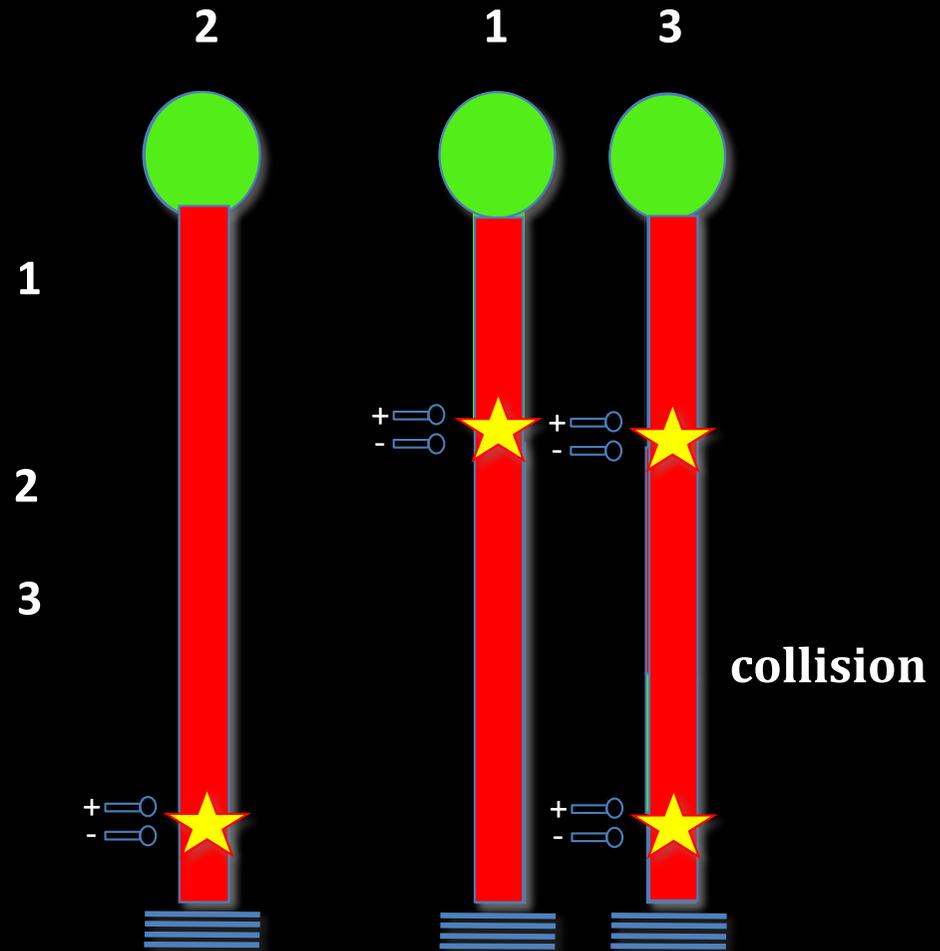
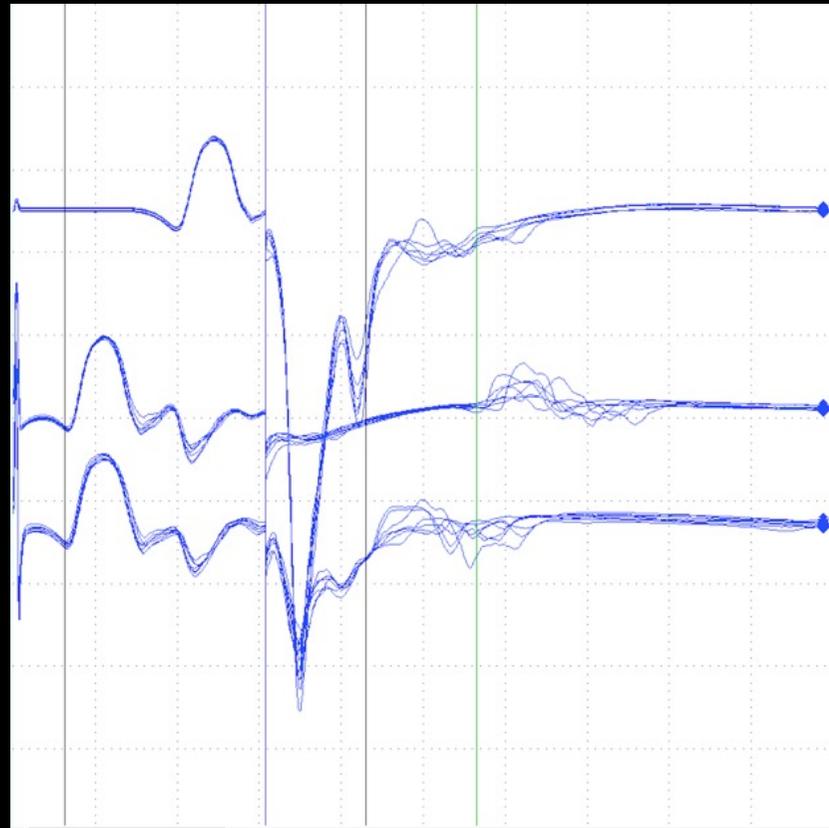


Onde F lors de doubles chocs serrés (IIS : 10 ms)

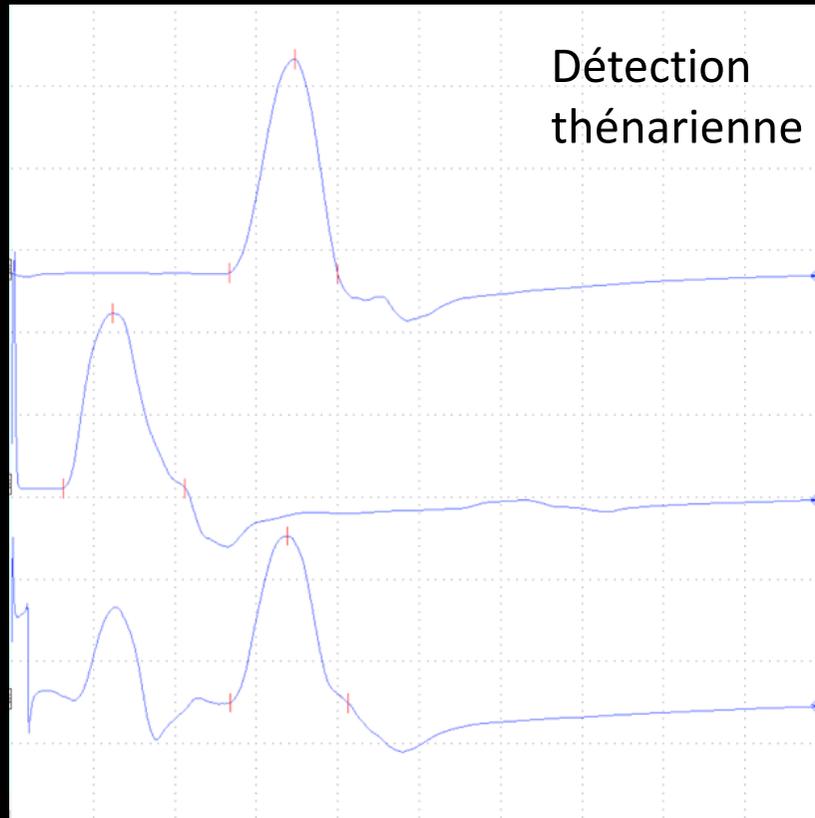
Ceci revient à se dire que lorsque 2 trains se suivent sur une voie unique, le premier ne peut pas faire demi-tour sans entrer en collision avec le second.

Pierre Soichot

F – stim proximale



Stim au point d'Erb du n. médian



Collision au niveau des fibres motrices ulnaires entre ce qui descend du point d'Erb et se qui monte du poignet

Stimulation Erb : 13,0 mV

Stimulation au poignet: 10,6 mV

Stimulation Erb
+ stim ulnaire au poignet : 10,2 mV

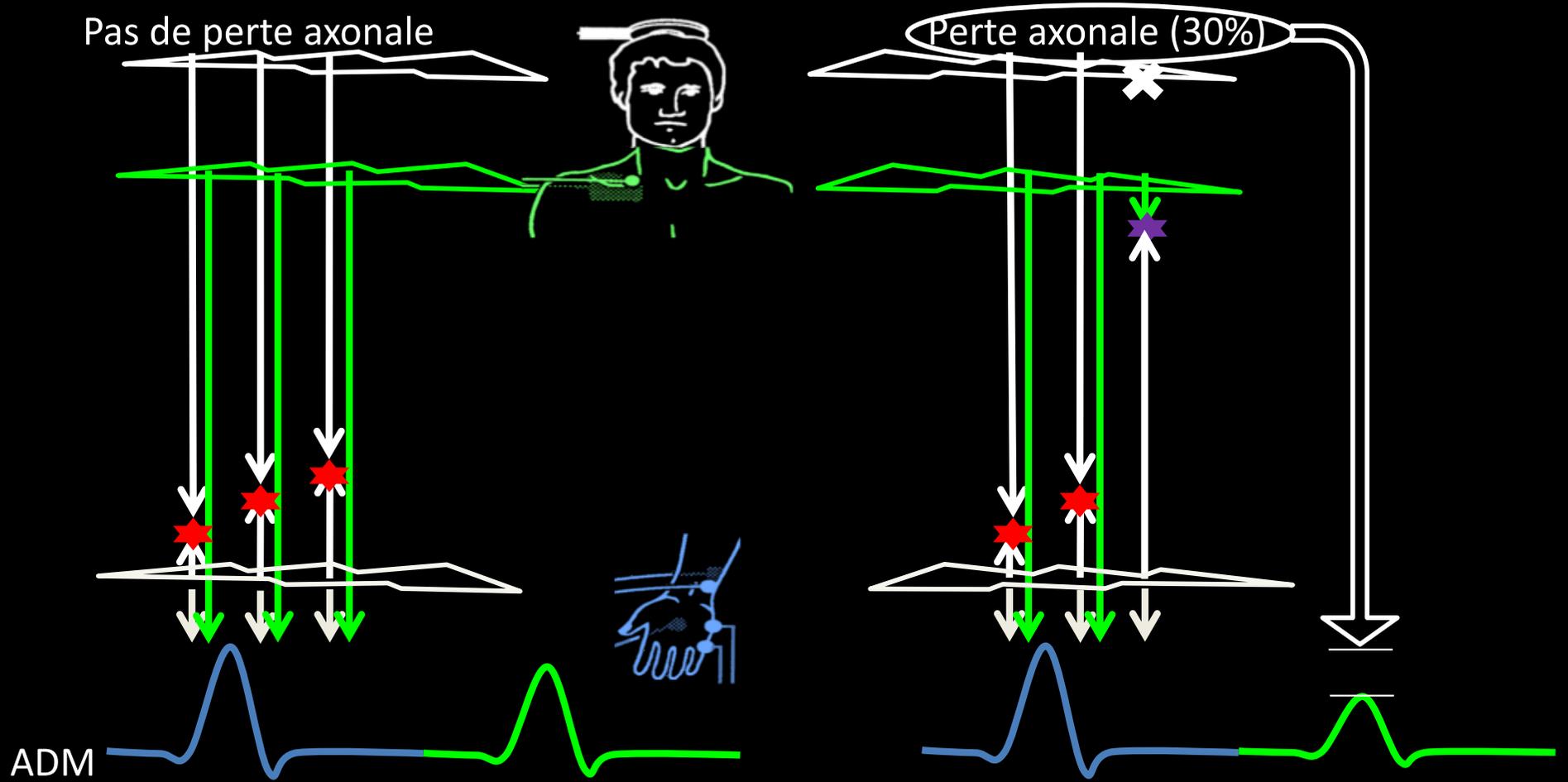
TST

- Un stimulateur magnétique
- Deux stimulateurs électriques
- Un programme dédié

TST

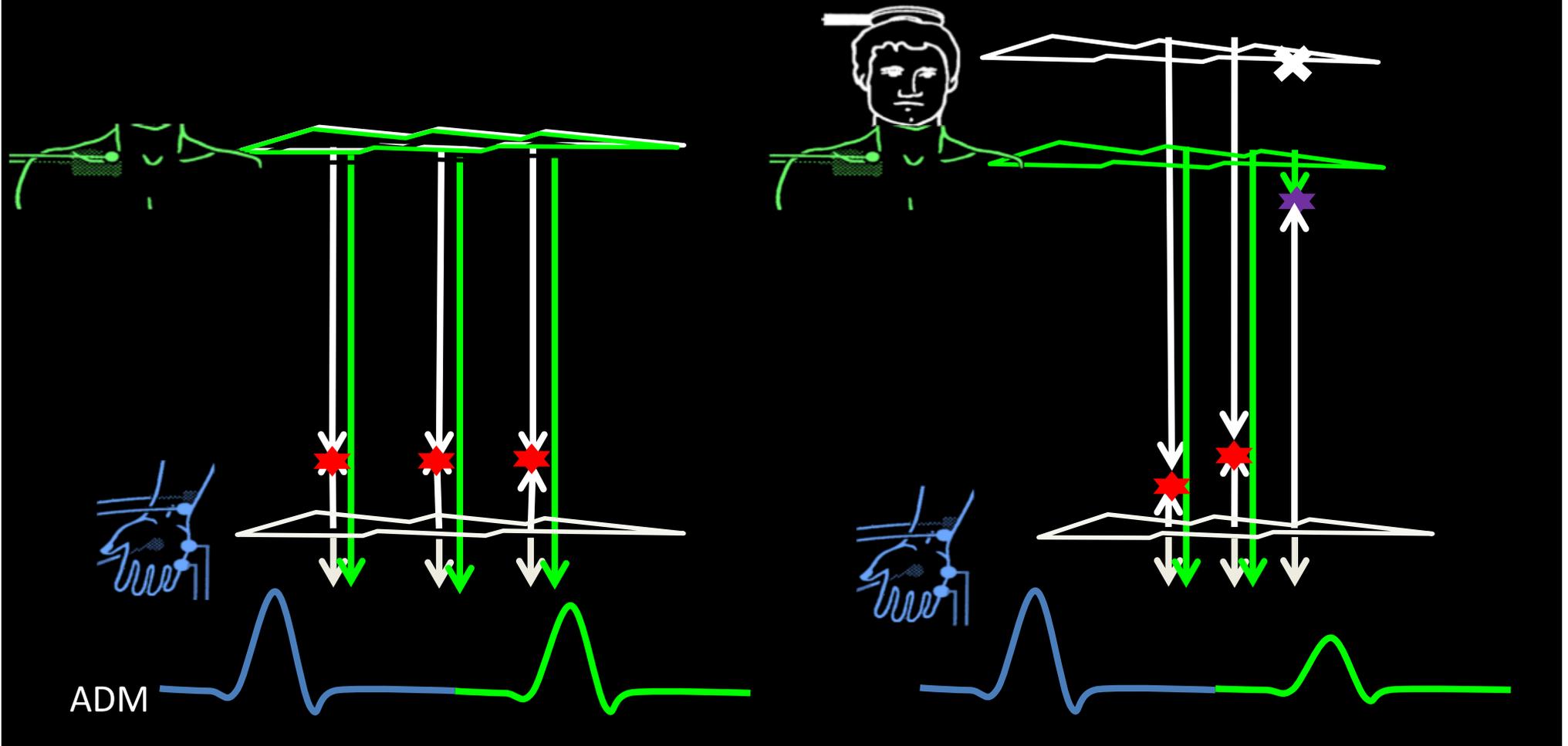
Pas de perte axonale

Perte axonale (30%)



TST contrôle

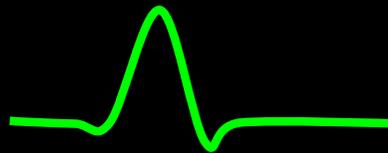
TST test



TST contrôle / TST test

contrôle —
test —

Perte axonale = TST test/contrôle



Droit Triple Stim.

Ulnaris
Enreg.:ADM
5mV/D
8ms/D

Sujet sain

**SEP
Secondairement progressive**

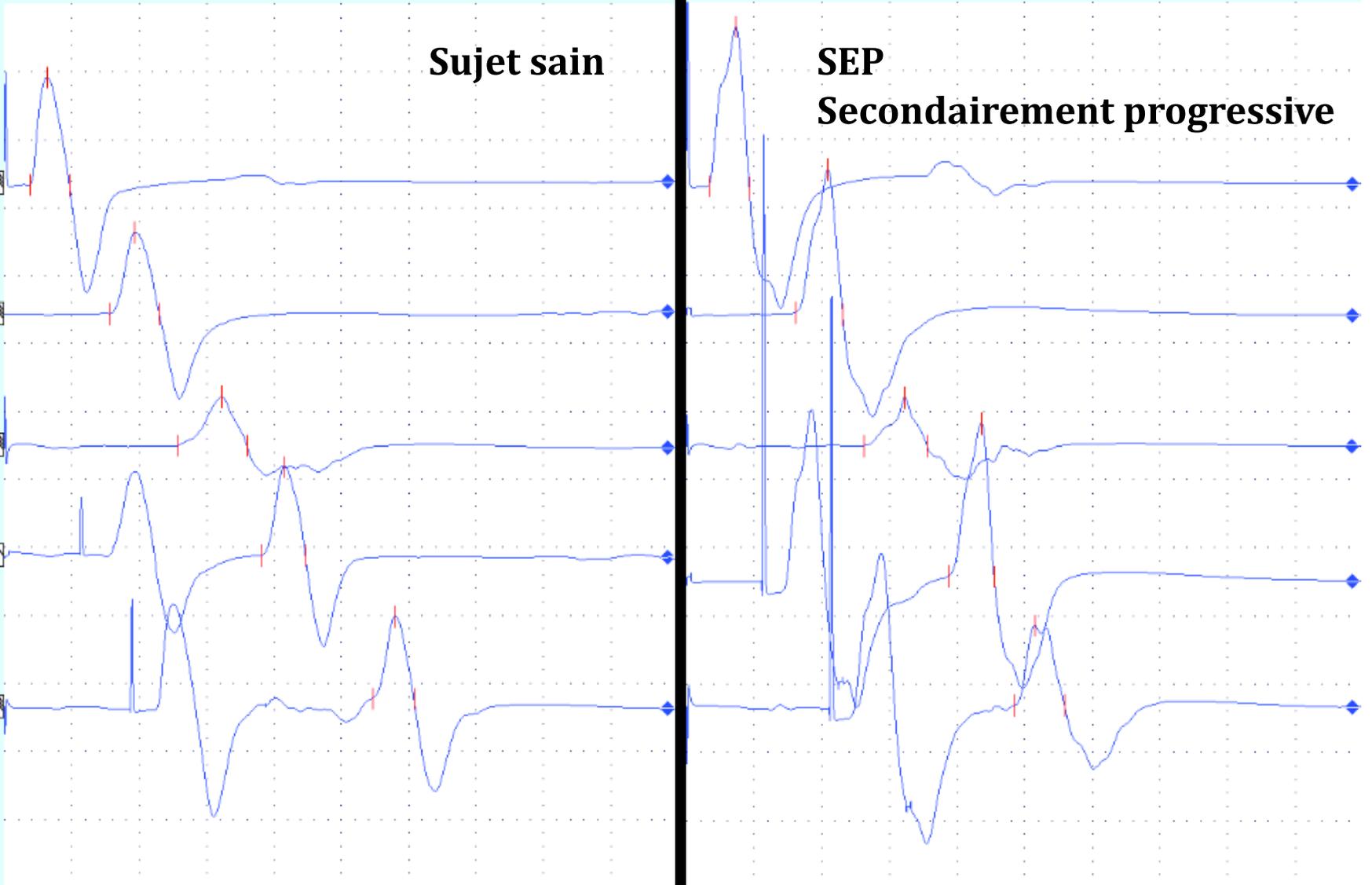
Wrist

Erb

Cortex

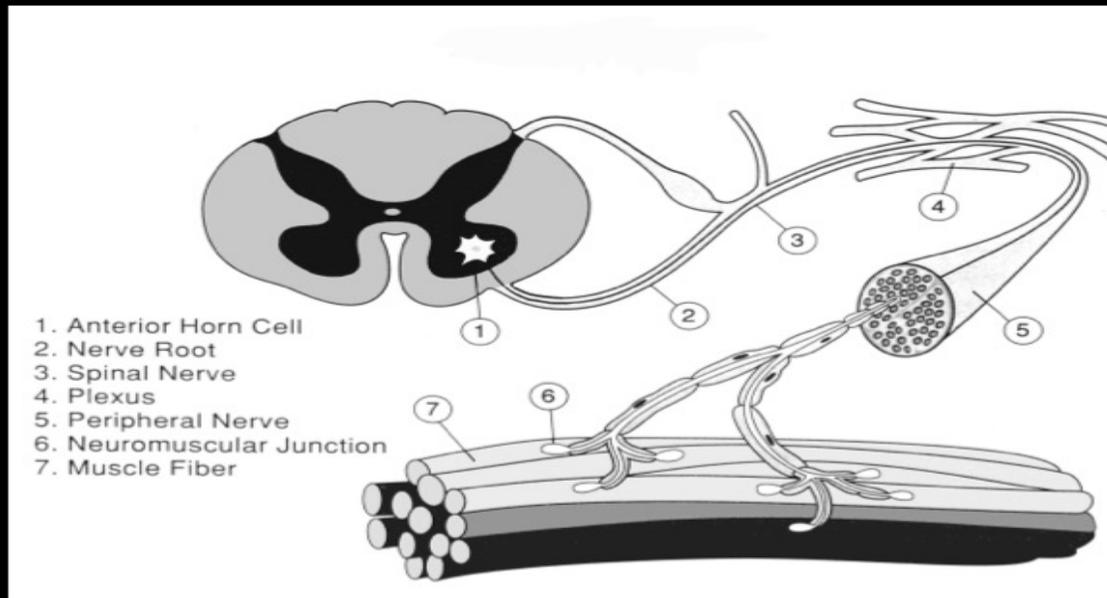
TST Control

TST Test



MUNE
MUNIX

Unité motrice



MUNE/ENUM

- ⑥ **E**stimation du
- ⑥ **N**ombre d'
- ⑥ **U**nités
- ⑥ **M**otrices

Principe fondamental 2 étapes

1. Estimation de la taille moyenne des unités motrices

> échantillon de 10-20 unités motrices

twitch

potentiel d'unité motrice PUM

2. Mesure de la réponse M ou twitch supramaximal

MUNE = 2 : 1

Techniques d'ENUM

Premier symposium international sur l'ENUM s'est tenu en 2001 à Snowbird (Utah, USA) => un consensus s'est dégagé pour encourager l'utilisation et le développement des méthodes suivantes:

- Techniques avec **stimulation nerveuse**

Technique incrémentale (McComas et al, 1971)

et variantes :

- SPM (Brown et Milner-Brown, 1976)

- TASPM (Wang et Delwaide, 1995)

Méthode statistique (Daube, 1988)

- Techniques avec **contraction volontaire**

Spike Triggered Averaging

(Nandedkar et Barkhaus, 1987 ; Brown et al, 1988 ; Bromberg, 1993)

Technique incrémentale

a. Technique originale

(McComas et al, 1971)

- 1 point de stimulation
- 10 incréments

b. Stimulation en des Points Multiples

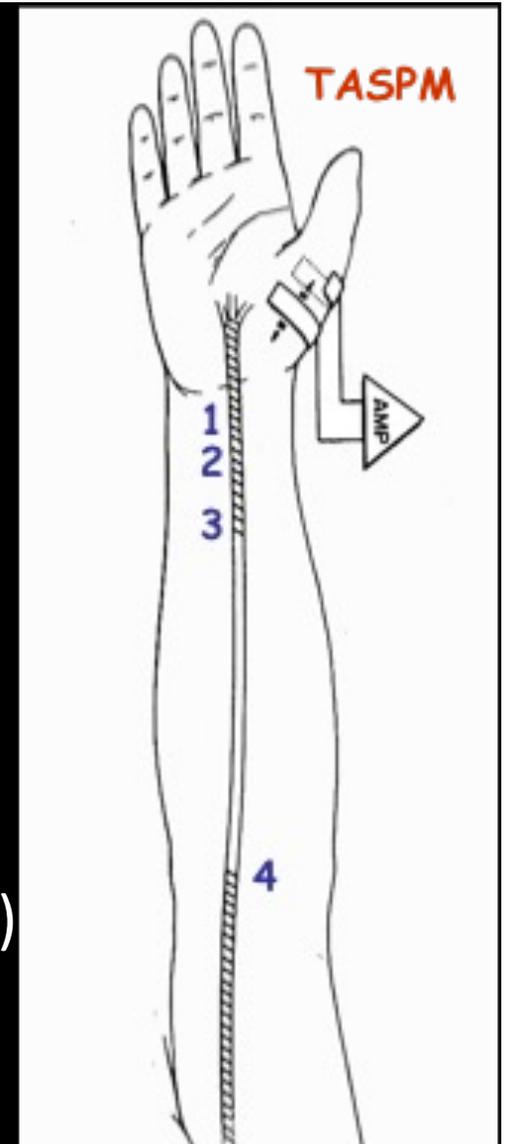
(Brown et Milner-Brown, 1976)

- 10 points de stimulation
- 1 incrément

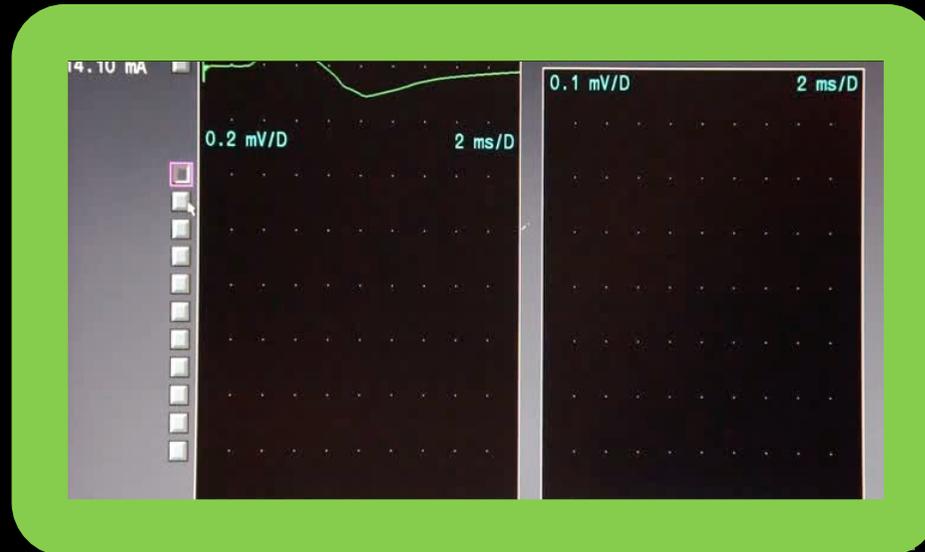
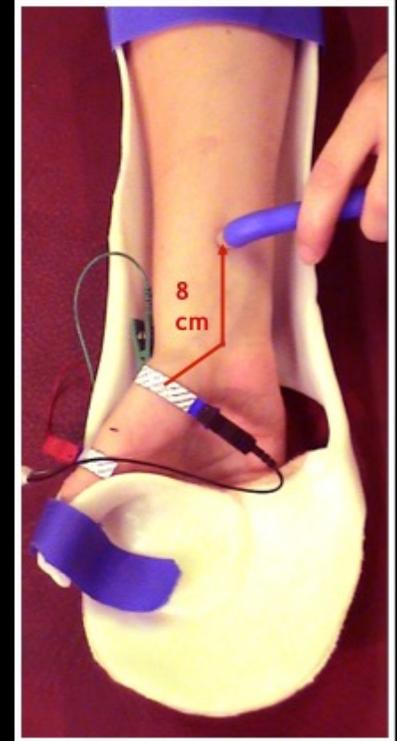
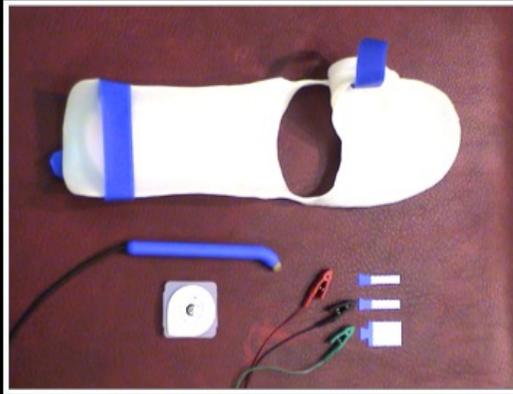
c. Technique Adaptée de SPM

(Kadrie et al, 1976 ; Wang et Delwaide, 1995)

- 3-5 points de stimulation
- 2-3 incréments/site

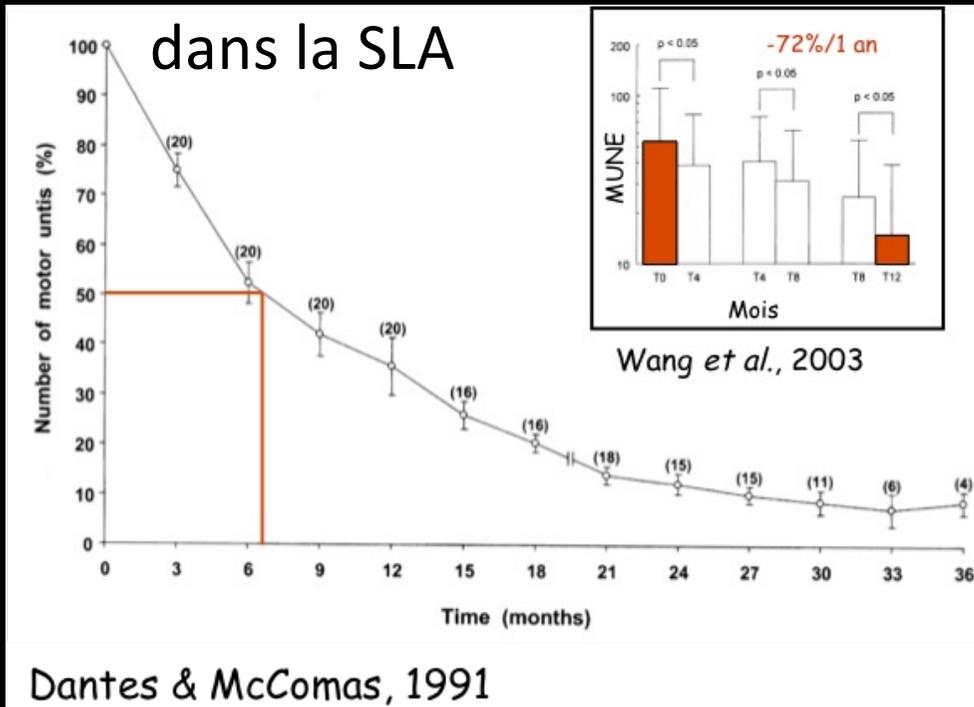


TASPM



MUNE

dans la SLA



Dantes & McComas, 1991

ENUM diminuée dans un territoire asymptotique
=> renforce l'hypothèse diagnostique

ENUM normale de façon répétée dans le temps
=> doute quant à la certitude **diagnostique**

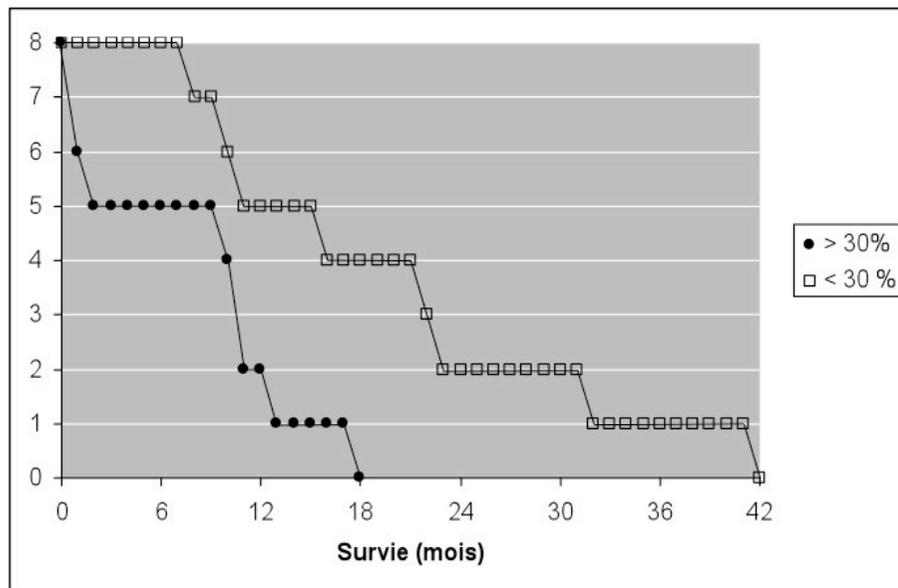
• ENUM

- technique **la plus sensible** pour documenter les changements
- plus sensible que :
 - .taille de la réponse M
 - .taille des PUMs
 - .densité fibre
 - .amplitude macro-EMG
 - .EMG quantifié
 - .force isométrique
 - .capacité vitale
 - .échelle fonctionnelle d'Appel, ALSFRS (Bromberg et al, 1993 ; Felice, 1997 ; Yuen et Olney, 1997 ; Liu et al, 2009)

MUNE dans la SLA

- **Pronostic - Survie**

- Plus la réduction de l'ENUM est rapide et plus la **survie** est courte (Yuen et Olney, 1997)



Comparaison de 2 groupes caractérisés par une réduction de l'ENUM soit > soit < à 30% en 3 mois

MUNIX

Stimulation nerveuse
Percutanée (Réponse M)



Activation volontaire des UMs



Nombre de PUM : **N**

Amplitude du PUM : **A-PUM** (mV)

Surface du PUM : **S-PUM** (ms.mV)

Puissance du PUM : **P-PUM** (ms.mV²)

MUNIX

Stimulation nerveuse
Percutanée (Réponse M)



Amplitude du CMAP : **N X A-PUM**

Surface du CMAP: **N X S-PUM**

Puissance du CMAP: **N² X P-PUM**



Nombre de PUM : **N**

Amplitude du PUM : **A-PUM** (mV)

Surface du PUM : **S-PUM** (ms.mV)

Puissance du PUM : **P-PUM** (ms.mV²)

MUNIX

Activation volontaire des UMs

Fréquence d'activation des PUM : **F**

Amplitude du SIP : **A-PUM**

Surface du SIP: **N X S-PUM X F**

Puissance du SIP: **N X P-PUM X F**



Nombre de PUM : **N**

Amplitude du PUM : **A-PUM** (mV)

Surface du PUM : **S-PUM** (ms.mV)

Puissance du PUM : **P-PUM** (ms.mV²)

MUNIX

Hypothèses

- tous les PUM ont la même taille
- pas de chevauchement des PUM dans le SIP

ICMUC = nombre idéal d'UM calculé

$$= (P\text{-CMAP} \times S\text{-SIP}) / (S\text{-CMAP} \times P\text{-SIP})$$

$$= (N^2 \times P\text{-PUM} \times N \times S\text{-PUM} \times F) / (N \times S\text{-PUM} \times N \times P\text{-PUM} \times F)$$

$$= N$$

MUNIX

En réalité

- plus de PUM de petite taille que de PUM de grande taille (distribution exponentielle)
- Les PUM dans le SIP se chevauchent et ce d'autant plus que l'effort de contraction est élevé

L'ICMUC est calculé à différents niveaux de force et est mis en corrélation avec un paramètre qui est proportionnel avec la force de contraction (S-SIP)

MUNIX = ICMUC quand S-SIP est égal à la S-CMAP (20 ms.mV)

Accueil | Liste des examens | Données patient | Menu test | Revue | Rapport

LIEGE 2 | PE Liège | B. MUNE | BRULL | EMG Monitor | EXCITA | PE Liège G4 ST | PowerPack | WFC

Revue

Données CN

Sensitives
Droit Sural
Gauche Sural

Motrices
Droit Tibial/NPI
Droit Fibulaire
Gauche Fibulaire

Sensitives
Droit Radial
Gauche Radial
Gauche Médian

Motrices
Droit Médian-Ulnaire
Gauche Médian-Ulnaire
Droit Ulnaire
Gauche Ulnaire

Réponses F
Droit Median (C8)D1
Gauche Median (C8)D1
Droit Ulnaire C8(D1)
Gauche Ulnaire C8(D1)

Réponses F
Droit Tibial S1(S2)
Droit Fibulaire L5(S1)

QEMG
Droit Abd pollicis brevis ~
Droit Biceps
Droit Abd dig min (man) ~

Interprétation EMG
Droit Abd pollicis brevis
Droit Biceps
Droit Abd dig min (man)

Test

NEUROGRAPHIE

- Motrices
 - Courts segments/test centimétrique
 - Sensitives
 - Réponses F
 - Réponses F facilitation (réa)
 - Réponses F double chocs
 - Silence temporal
 - Réflexe inhibiteur du masséter
 - Nerf proche
 - HYPOEXCITABILITE
 - HYPEREXCITABILITE
 - Excitabilité par incrément de 1 mA
 - Doubles chocs
- STIMULATION NERVEUSE REPETITIVE
 - Décroissements
 - Incréments
 - Tests effort court
 - Tests effort court à froid
 - Test effort long
 - Crampes fasciculatoires
 - DECRE DIA
 - BECKER TEST
- REFLEXES
 - Blink Reflex
 - Blink Reflex facilitation
 - Réflexes H
 - Réponses T
 - Période de silence
- EMG
 - QEMG
 - QEMG (surface)
 - Interprétation EMG
 - SF EMG
 - Stim SF EMG
 - Test de tétanie latente
 - Ago/Antago
- PROTOCOLS
 - TK
 - Med-Uln mixte Gauche
 - Med-Uln mixte droit
 - MI
 - MS
 - Canal carpien
 - PNP
 - Ulnaire au coude
 - Radiculopathie C5
 - Radiculopathie C6C7
 - Radiculopathie C8D1

Filter

Racine Muscle

Gauche Droit

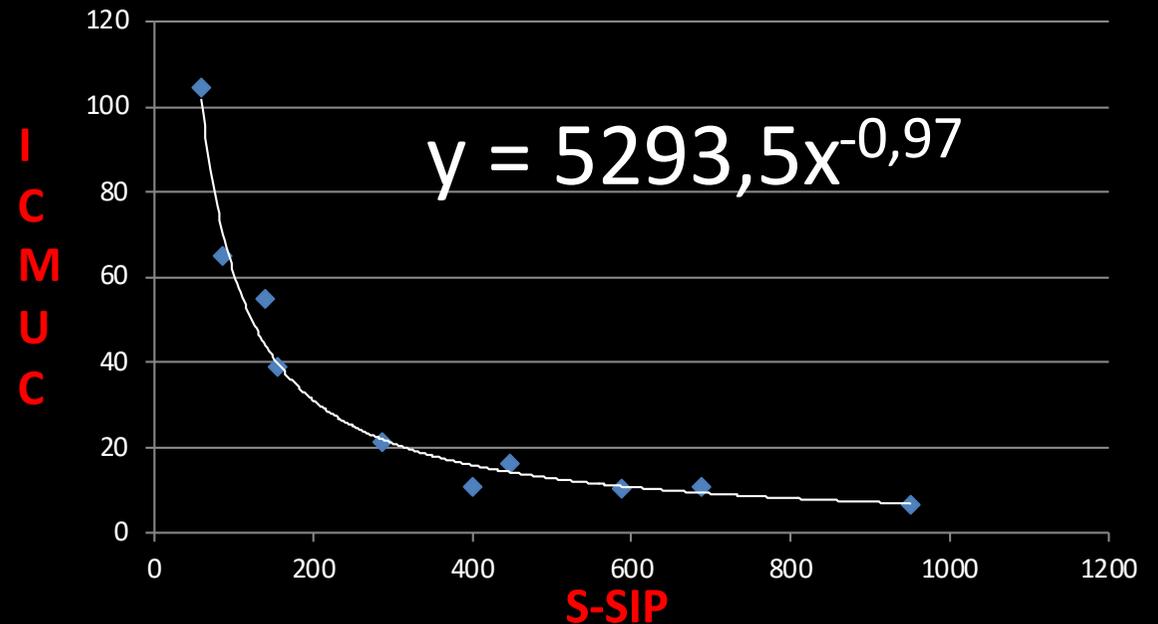
Head	Neck/Shoulder	Arm
Facial	Axillaire Axillaris et Musculo Sus-scapulaire	AMG Axillaris et Musculo Médian-Ulnaire Musculocutané NIA Radial Ulnaire Ulnaire 110 Ulnaire FUC Ulnaire KB
Trunk/Hip	Leg	Autre
Phrénique Pudendal Thoracique long	Femoral Fibulaire NPE Tibial/NPI	Facial Genitofemoralis NERF AIGUILLE NIOP Obturateur Radial (aiguille) Spinal test

Test précédent

ID patient: 3941866F, Pierre DEVAUX, ID examen: 52172582, 24/11/2021

	Surface ms.mV	Puissance ms.mV ²	ICMUC
CMAP	50	620	
SIP 1	59	7	105
SIP 2	138	31	55
SIP 3	287	167	21
SIP 4	445	333	17
SIP 5	950	1709	7
SIP 6	84	16	65
SIP 7	154	49	39
SIP 8	400	448	11
SIP 9	588	683	11
SIP 10	687	780	11

MUNIX



MUNIX = ICMUC quand S-SIP (x) = 20 ms.mV

MUNIX = 290

MUNE/MUNIX: indications

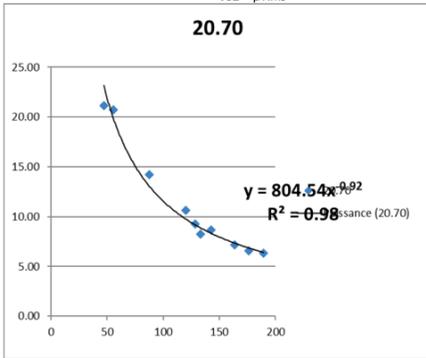
Confirmer une perte d'unités motrices : **indiction diagnostique**

Suivre la perte d'unités motrices dans les **pathologies motoneuronales**

APB Dr
MUNIX = 154
c = 2439.556
b = -0.92137

Coeff. of determination 0.98023 **3/8/21**

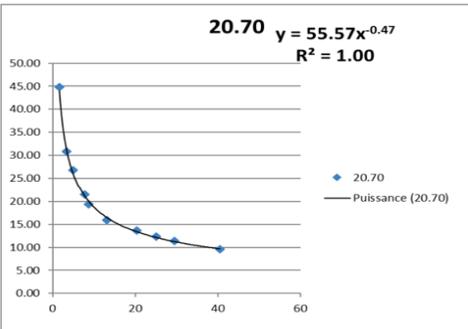
MUSIX = 60.67 μ V
MUSSIX = 182 μ V.ms



TA Dr
MUNIX = 108
c = 1553.299
b = -0.890948

Coeff. of determination 0.99106

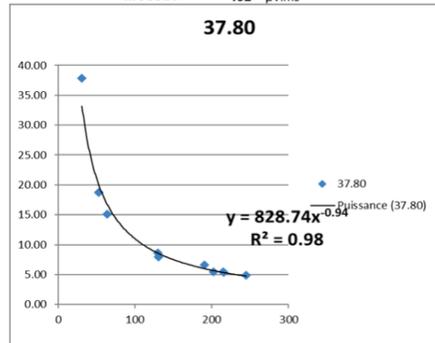
MUSIX = 52.31 μ V
MUSSIX = 229 μ V.ms



APB Dr
MUNIX = 154
c = 2567.421
b = -0.93918

Coeff. of determination 0.98778 **1/12/21**

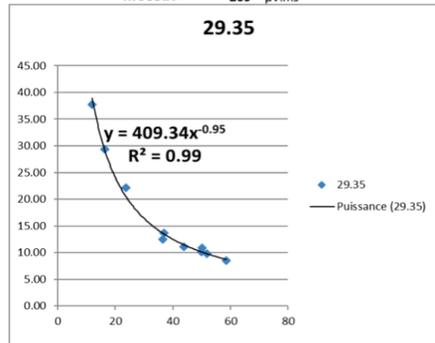
MUSIX = 56.06 μ V
MUSSIX = 192 μ V.ms



TA Dr
MUNIX = 75
c = 1278.517
b = -0.94595

Coeff. of determination 0.99037

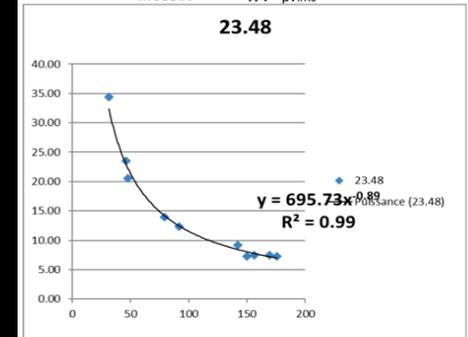
MUSIX = 48.11 μ V
MUSSIX = 209 μ V.ms



APB Dr
MUNIX = 141
c = 2032.388
b = -0.89039

Coeff. of determination 0.98861 **6/4/22**

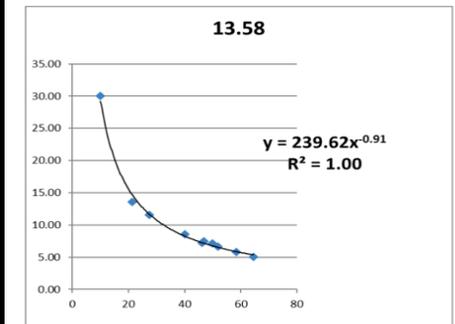
MUSIX = 64.61 μ V
MUSSIX = 174 μ V.ms



TA Dr
MUNIX = 47
c = 718.9003
b = -0.91254

Coeff. of determination 0.99273

MUSIX = 51.76 μ V
MUSSIX = 216 μ V.ms



- 31%

- 37%

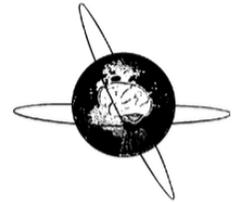


ELSEVIER

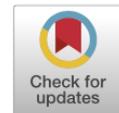
Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Clinical Neurophysiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/clinph



Motor unit number index as an individual biomarker: Reference limits of intra-individual variability over time in healthy subjects



Emilien Delmont^{a,b,*}, François Wang^c, Jean-Pascal Lefaucheur^d, Angela Puma^e, Céline Breniere^f, Guillemette Beaudonnet^g, Pascal Cintas^h, Romain Collin^c, Etienne Fortanier^a, Aude-Marie Grapperon^a, Laurent Jomir^f, Hafida Kribich^a, Ludivine Kouton^a, Thierry Kuntzerⁱ, Timothee Lenglet^j, Armelle Magot^k, Tarik Nordine^d, François Ochsnerⁱ, Gaëlle Bolloy^k, Yann Pereon^k, Emmanuelle Salort-Campana^a, Céline Tard^l, Alex Vicinoⁱ, Annie Verschueren^a, Shahram Attarian^a

The 95th percentile of the coefficient of variability of the MUNIX sum score 2, 3 and 4 were respectively 22%, 18% and 15% for experienced operators.

iMAX

The image shows the interior of a large IMAX theater. The seats are arranged in a wide, curved pattern, and the ceiling is high with many small lights. A large screen at the front of the theater displays a 3D landscape scene. The text "iMAX" is overlaid on the top left of the image.

iMAX

bienvenue

dans la 3D

Amp

VC diminuée
Amp normale

démyélinisant

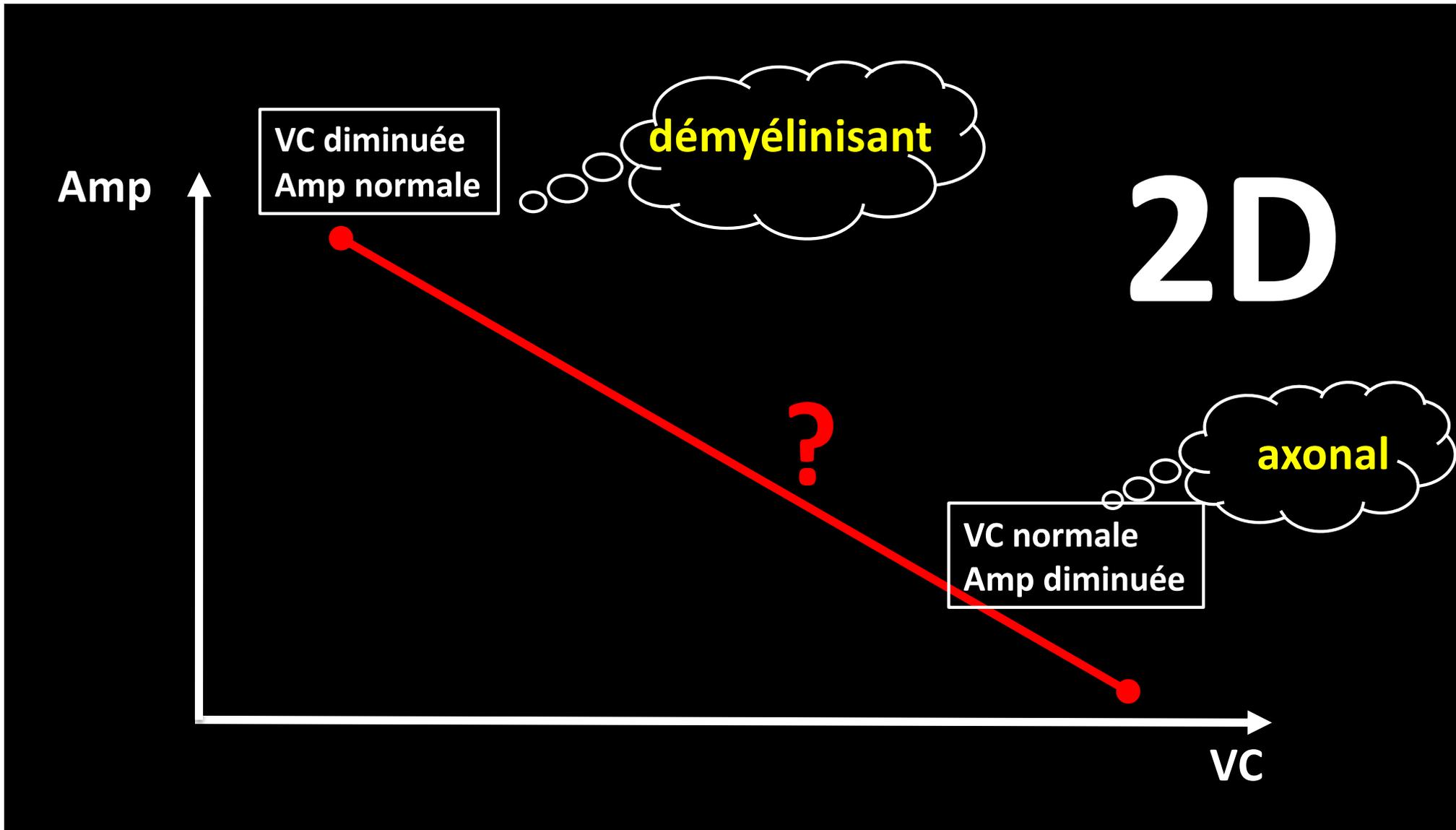
2D

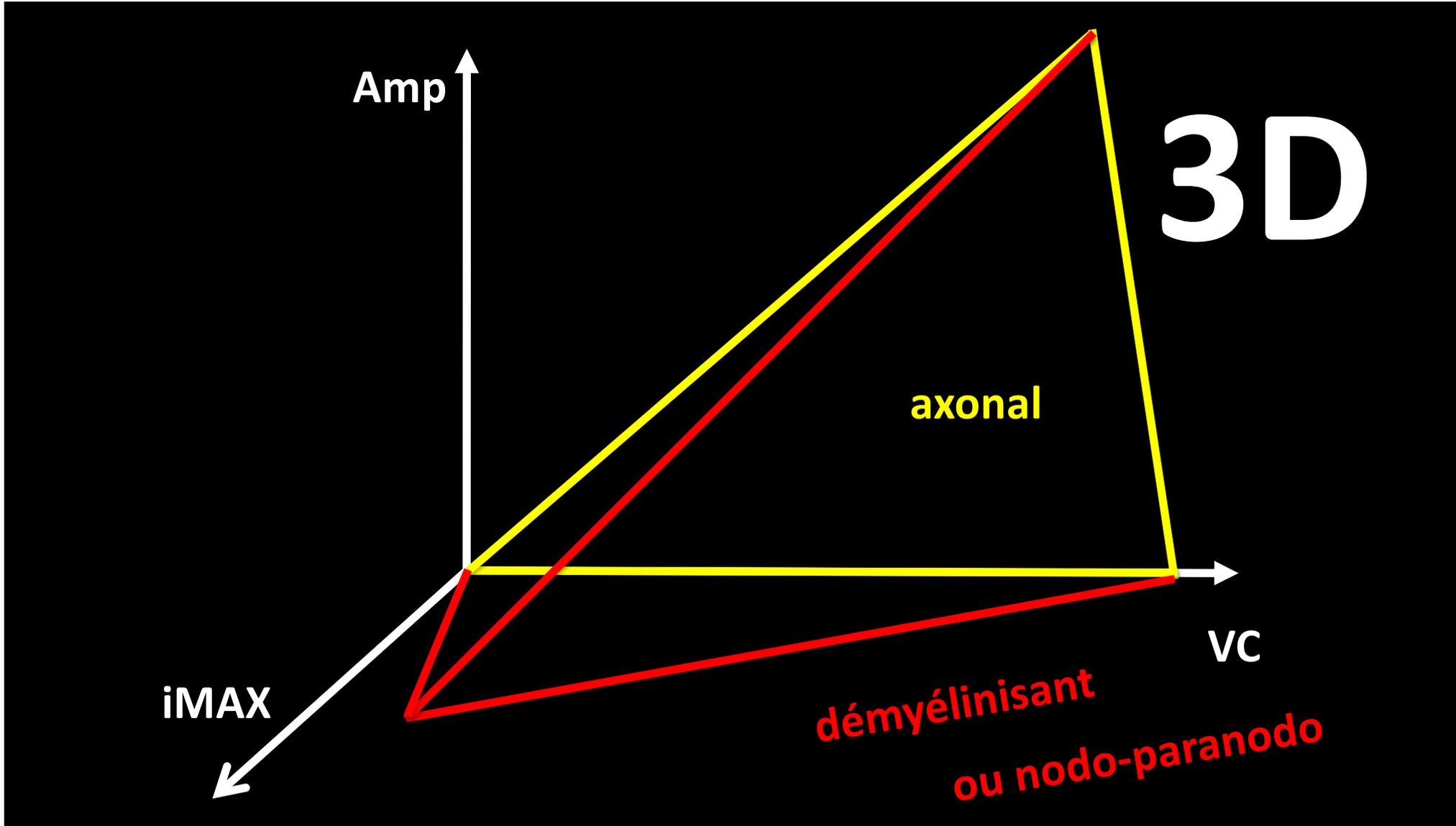
?

axonal

VC normale
Amp diminuée

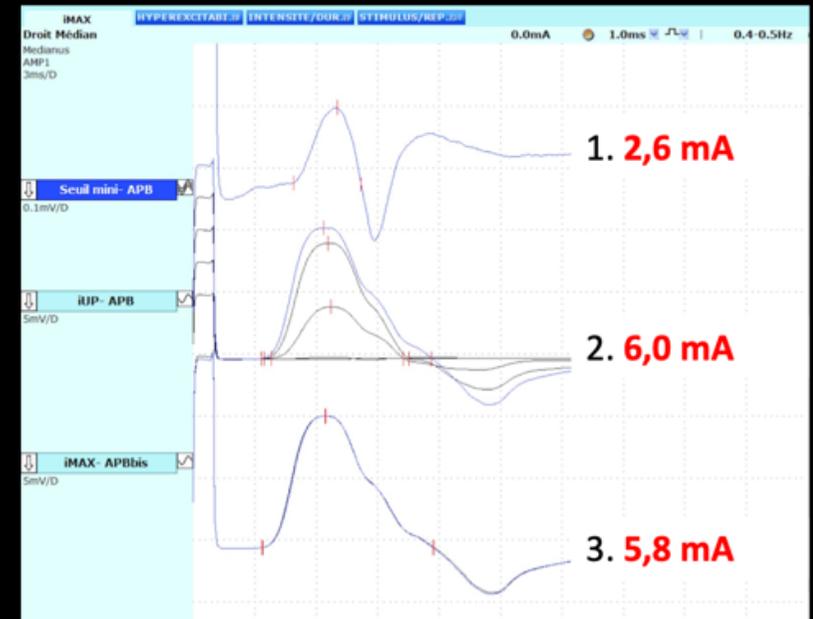
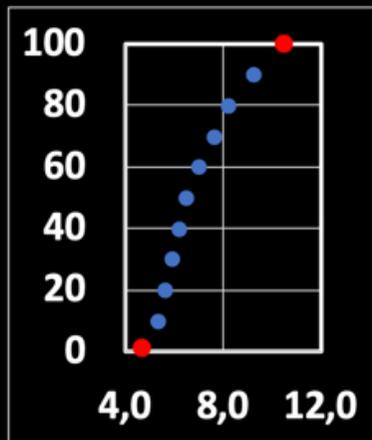
VC

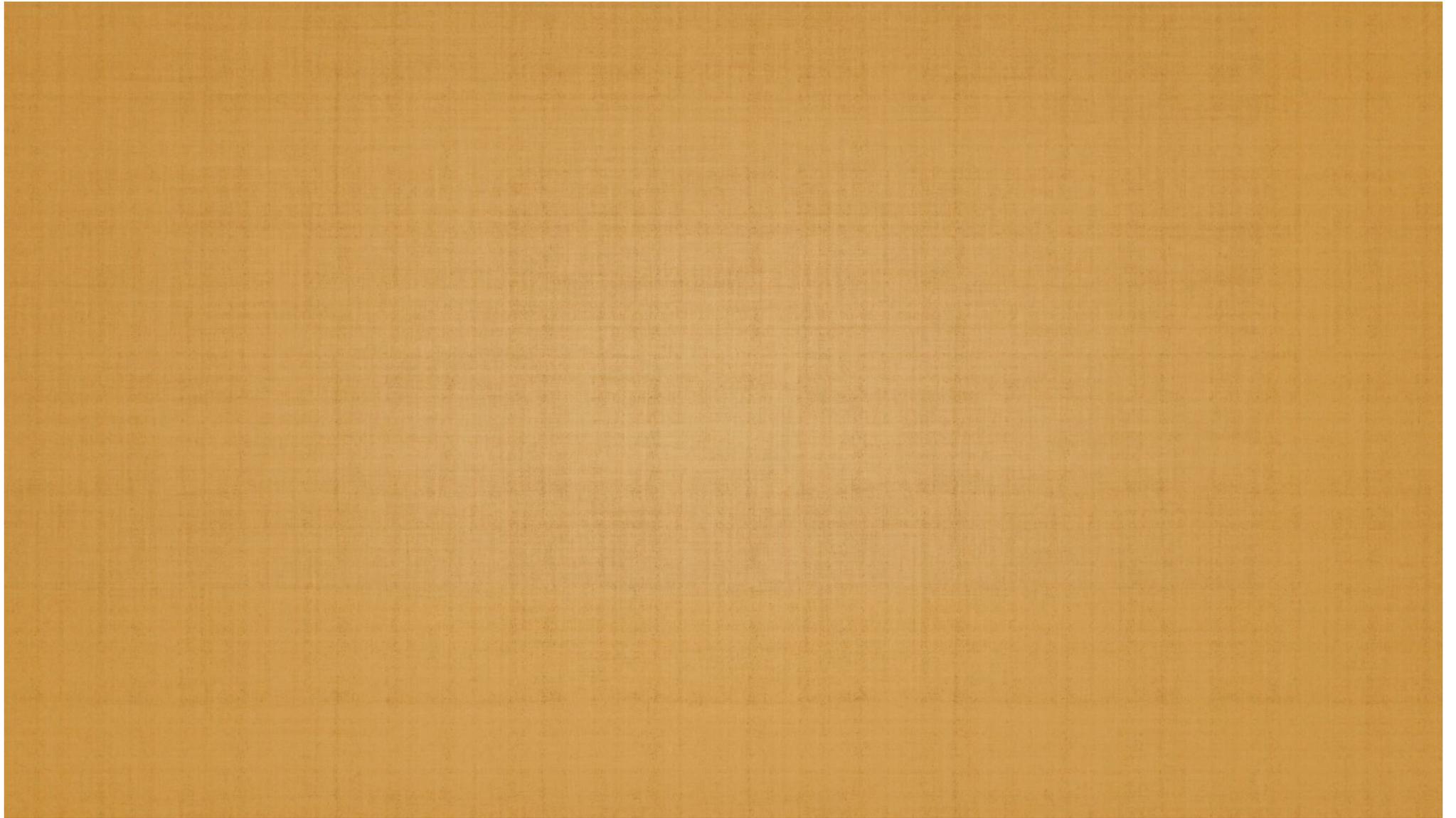




iMAX : courbe stimulus/réponse (i100)

- Seuil minimal (0,1 mv)
- iUP (incréments de 1 mA)
- iMAX (précision 0,1 mA)







Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Clinical Neurophysiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/clinph



iMAX: A new tool for assessment of motor axon excitability. A multicenter prospective study



Maelle Tyberghein^a, Aude-Marie Grapperon^b, Olivier Bouquiaux^c, Angela Puma^d, Shahram Attarian^b, François Charles Wang^{a,*}

^a Centre Hospitalier Universitaire de Liège, Department of Neurophysiology, Sart Tilman B35, 4000 Liège, Belgium

^b APHM, Timone University Hospital, Referral Center for Neuromuscular Diseases and ALS, Filnemus, Euro-NMD, Marseille, France

^c CNRF, Neurologic Center, Fraiture, Belgium

^d Université Côte d'Azur, Peripheral Nervous System & Muscle Department, Pasteur 2 Hospital, Centre Hospitalier Universitaire de Nice, Nice, France

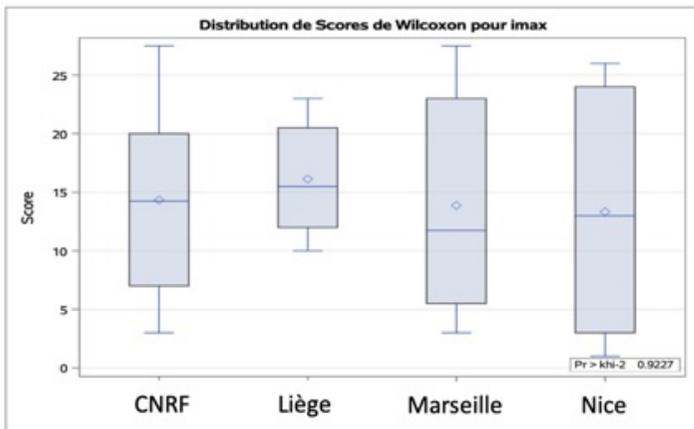


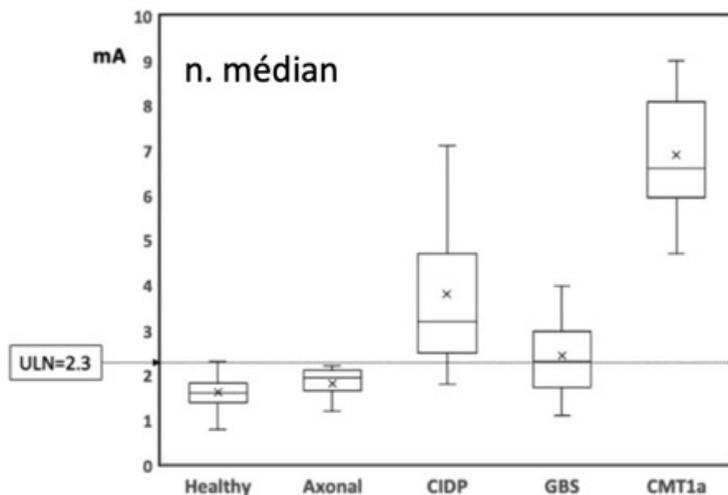
Table 7

percentage of abnormalities in patients with peripheral neuropathies for the three stimulation sites, established by comparison of individual data to upper limits of normal.

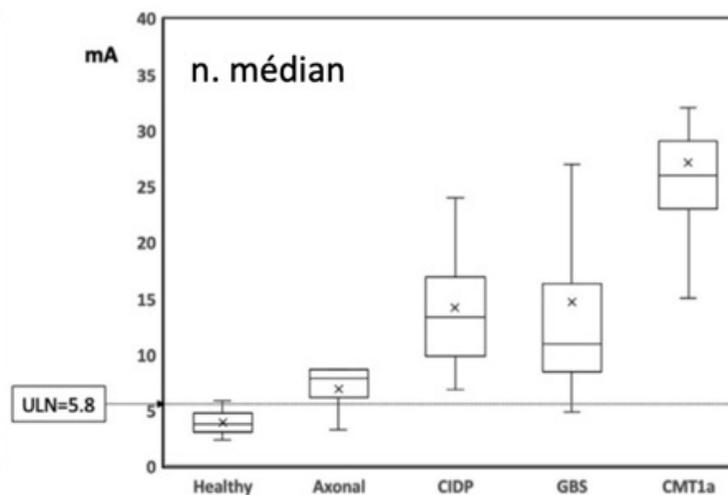
	Parameters	Median nerve	Ulnar nerve	Fibular nerve	Three abnormal parameters at the 3 sites
Axonal neuropathies (n = 4)	Minimal threshold (%)	0	0	0	0
	iUP (%)	75	25	50	
	iMAX (%)	75	25	50	
GBS axonal form (n = 3)	Minimal threshold (%)	67	67	33	33
	iUP (%)	100	67	33	
	iMAX (%)	100	67	33	
GBS demyelinating form (n = 5)	Minimal threshold (%)	40	20	20	0
	iUP (%)	80	60	20	
	iMAX (%)	80	60	20	
CIDP (n = 13)	Minimal threshold (%)	77	77	25	0
	iUP (%)	100	92	50	
	iMAX (%)	100	91	50	
CMT1a (n = 7)	Minimal threshold (%)	100	100	100	100
	iUP (%)	100	100	100	
	iMAX (%)	100	100	100	

GBS: Guillain-Barré syndrome, CIDP: chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy, CMT: Charcot-Marie-Tooth

Seuil minimal



iMAX



Cycle de recuperation de l'excitabilité



Paramètres d'enregistrement

Entrée Type de matériel G4

Test

Balayage Identique à Contrôle

Sensibilité 5 mV/D

Contrôle

Balayage 5 ms/D

Sensibilité 5 mV/D

Filtre 20 Hz - 5 kHz

Canal Box1 AMP1

Suite...

Déclenchement DOUBLE CHOC 200 Moteur

Retard déclenchement 0

Longueur de l'enregistrement 300 ms

Haut-parleur Activé

Inverser

Rectifier

Autre

Paramètres du stimulateur

Synchronisation

Déclenchement int.

Fréquence de répétition 0.1 Hz

Fréquence personnalisée

Aléatoire

Alternance

Déclenchement ext.

Déclenchement niveau

Stimulateurs

CC1

Événement de synchronisation E1

Mode de stim. Burst complexe

Moteur mA

Désactivé

Polarité

Durée 0.2 ms

Sortie de déclenchement ext. 1

Wagons

Période après moteur Fixe 2.00 ms

Intensité relative 100 %

Nb. de wagons 1

Intervalle entre les stim. 200.0 ms

Polarité

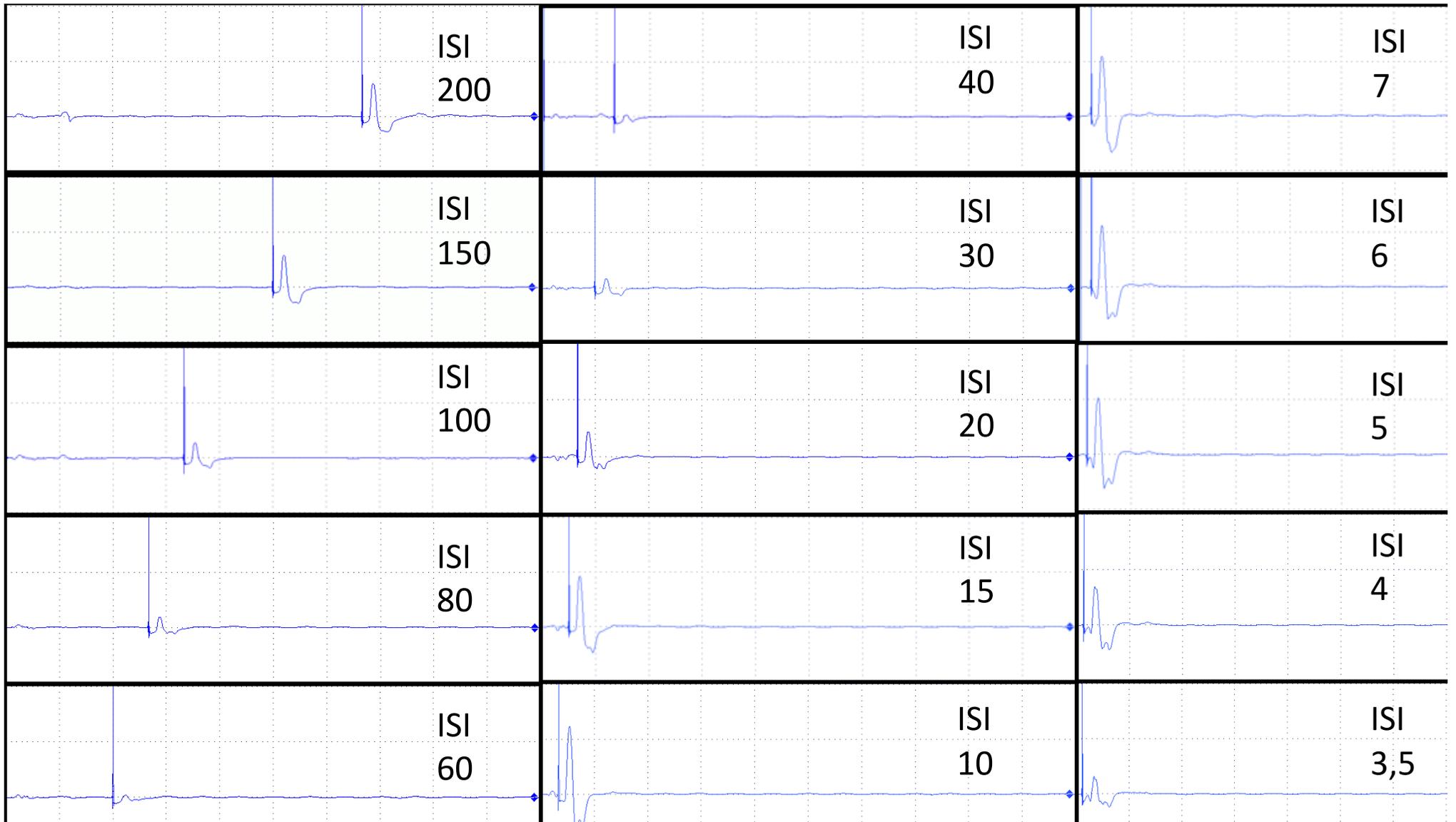
Durée 0.2 ms

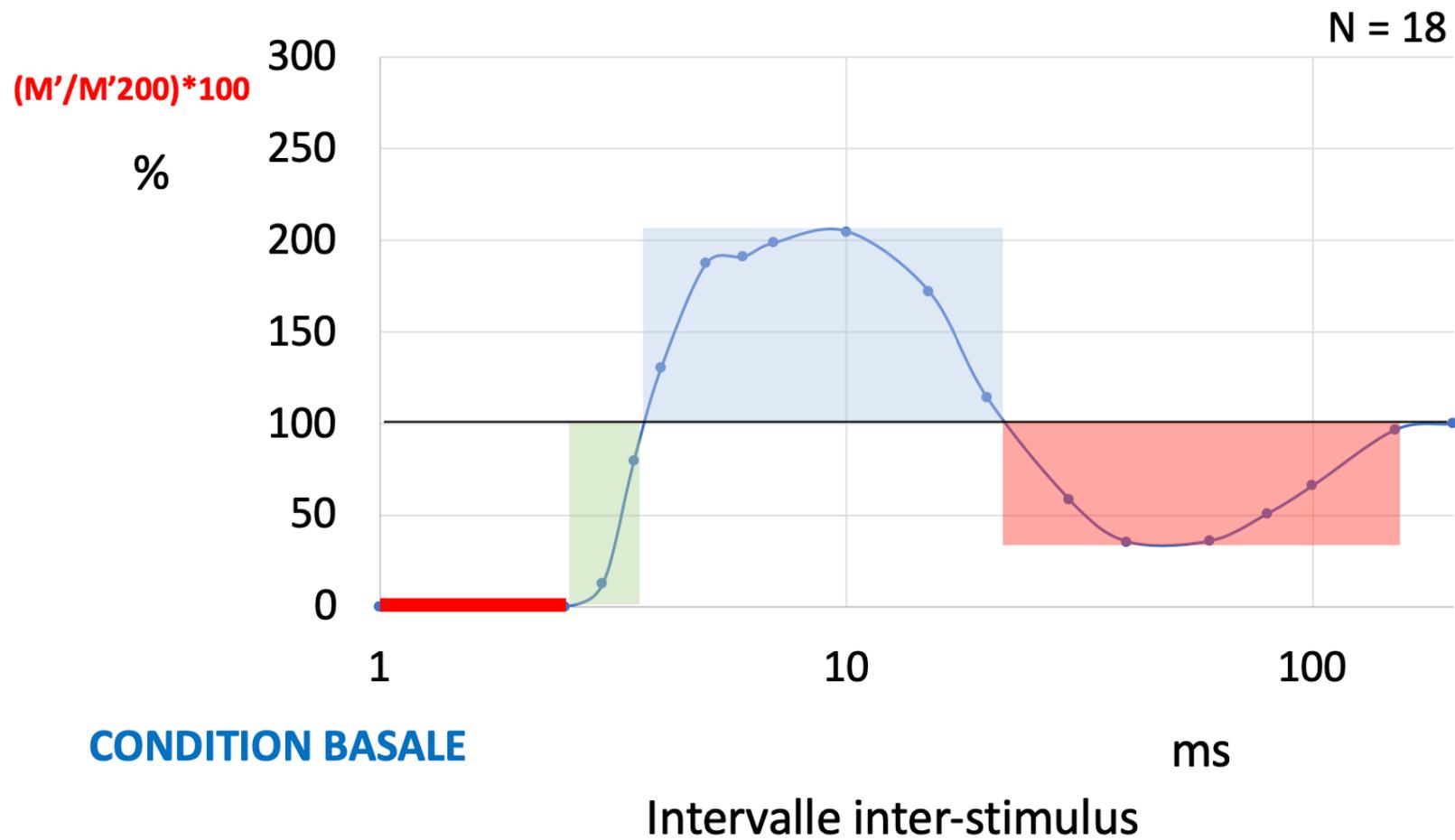
Sortie de déclenchement ext. 2

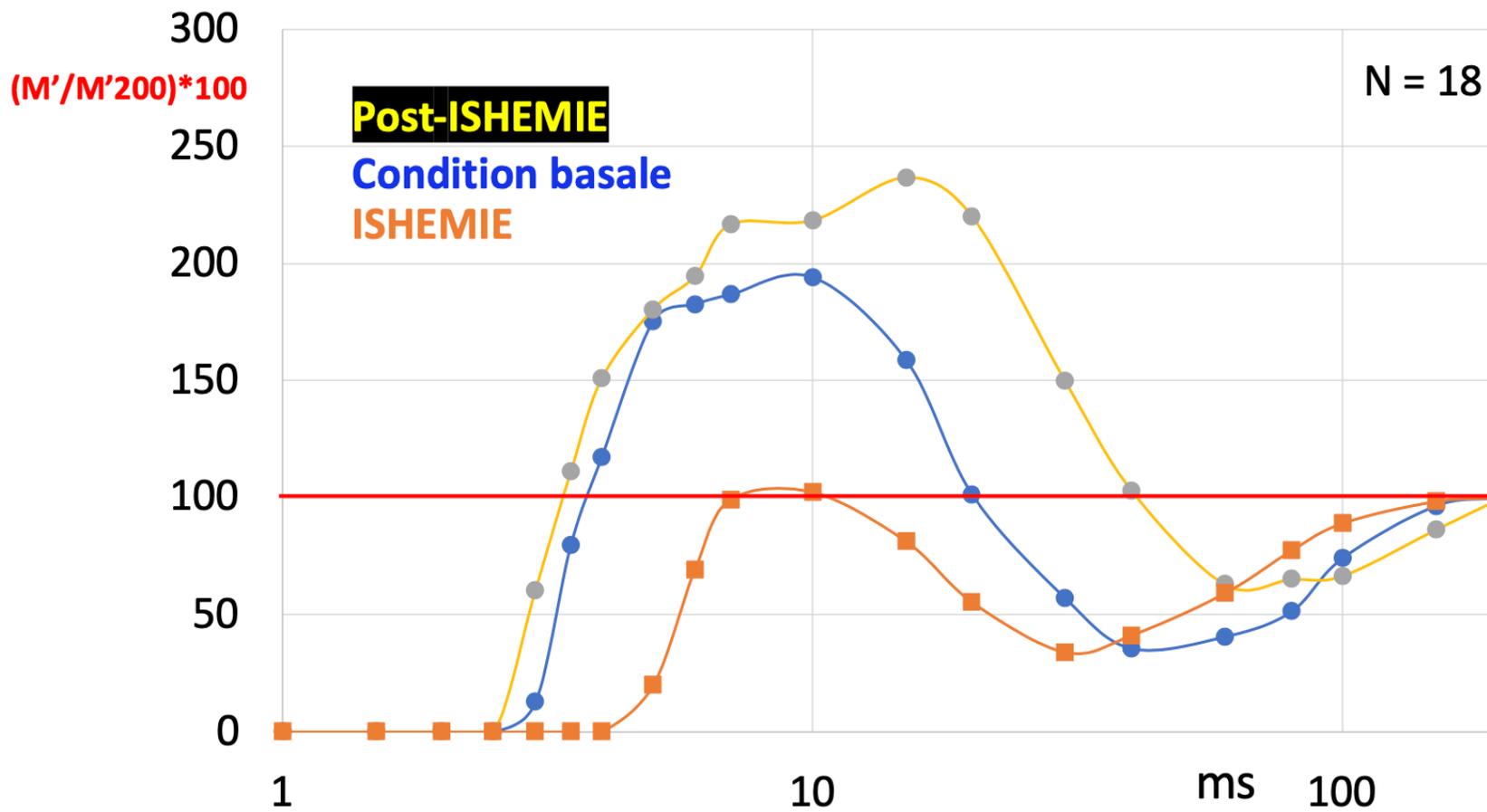
Intensité max. 100 mA

Ajustement précis de l'intensité

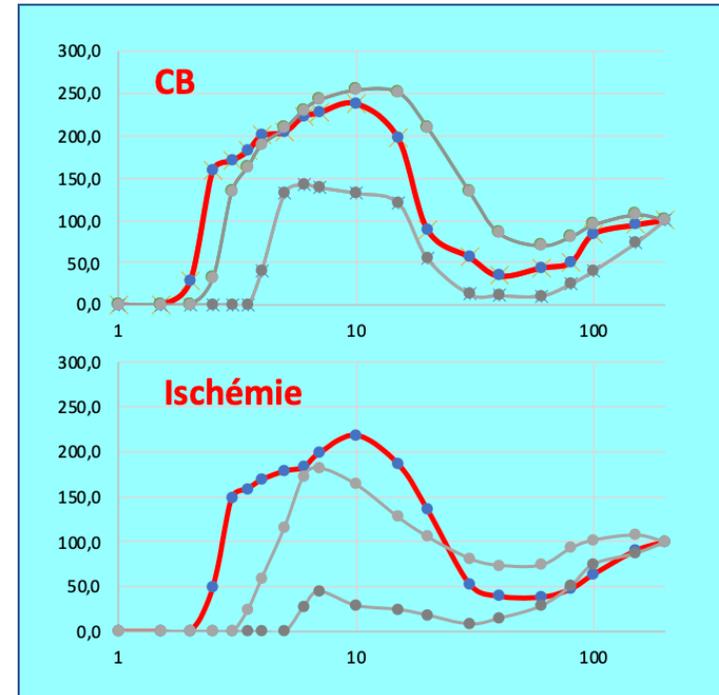
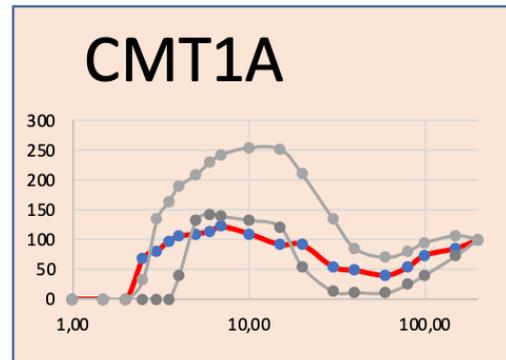
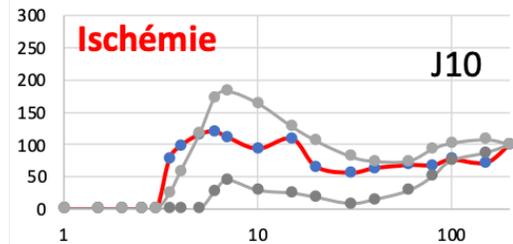
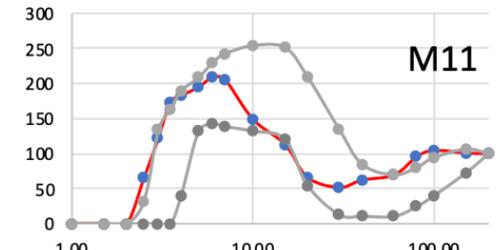
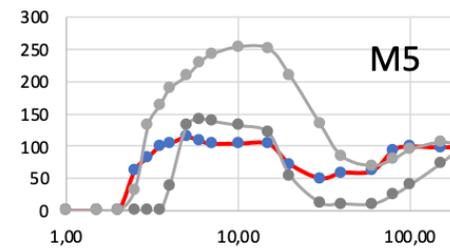
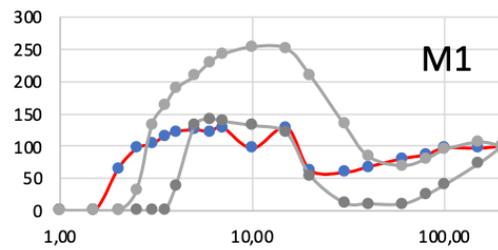
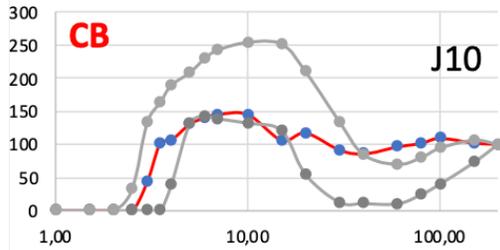
Sortie 1A







Syndrome de Guillain-Barré post-COVID



Lewis & Sumner

Hyperpolarisation

PR réduite et période supernormale augmentée