

**Potentiels évoqués moteurs**

# Le stimulus

- ▶ **Cortex:** Stimulation magnétique  
Champ focal de 1 à 2 T, pdt 100 $\mu$ s  
Intensité en % de l'output  
En pratique: 10-30% au-dessus du seuil moteur.  
Limitée aux muscles dont la représentation corticale est large:
  - . Eminence thénar
  - . Jambier antérieur
  
- ▶ **Moelle:** Stimulation électrique ou magnétique

# L'appareil de stimulation

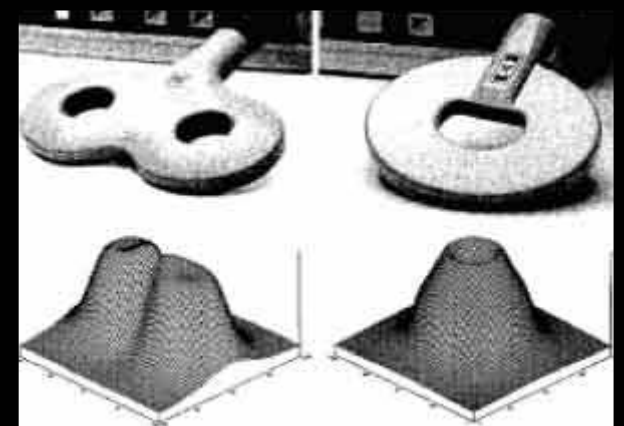
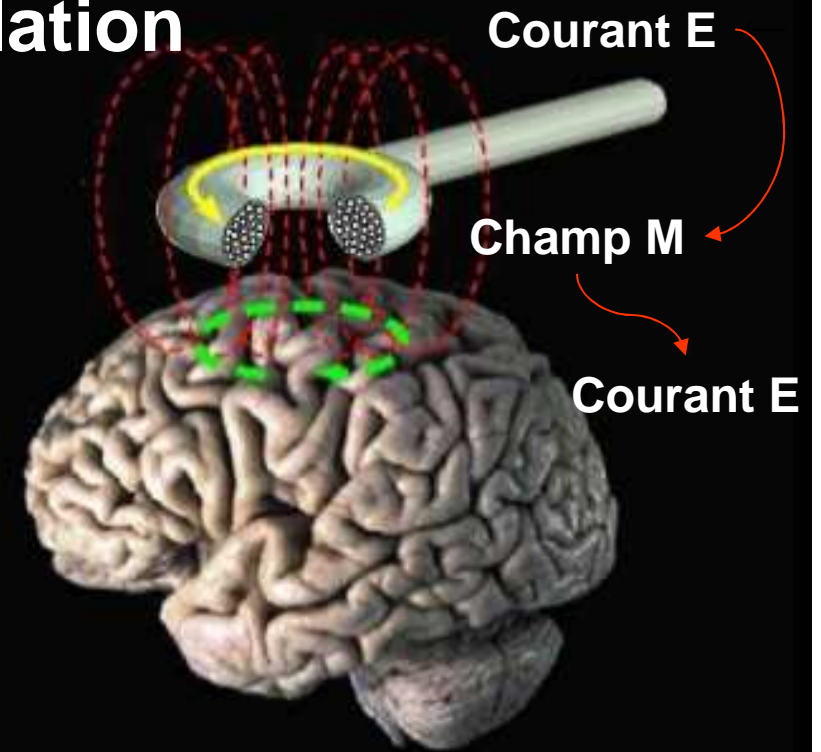
- La stimulation magnétique:

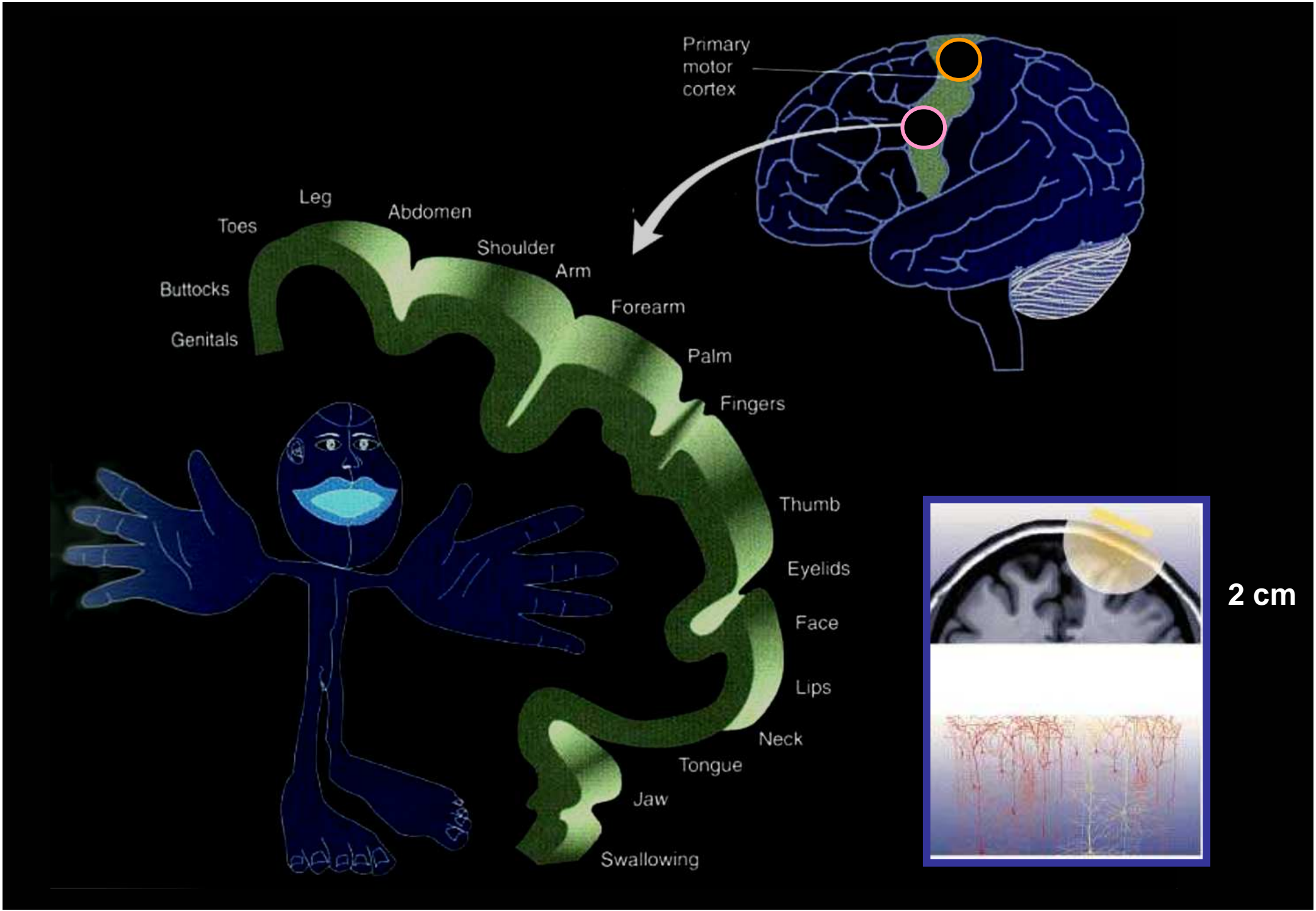
- . Stimulation du SNC quand *changement rapide* de champ magnétique

- . Le coil:

- . Choix de la taille, forme, épaisseur:  
« choisir entre force et précision »

- . **Coils ronds:** forte intensité, peu focaux
- . **Figure de 8:** moins intenses, plus focaux.





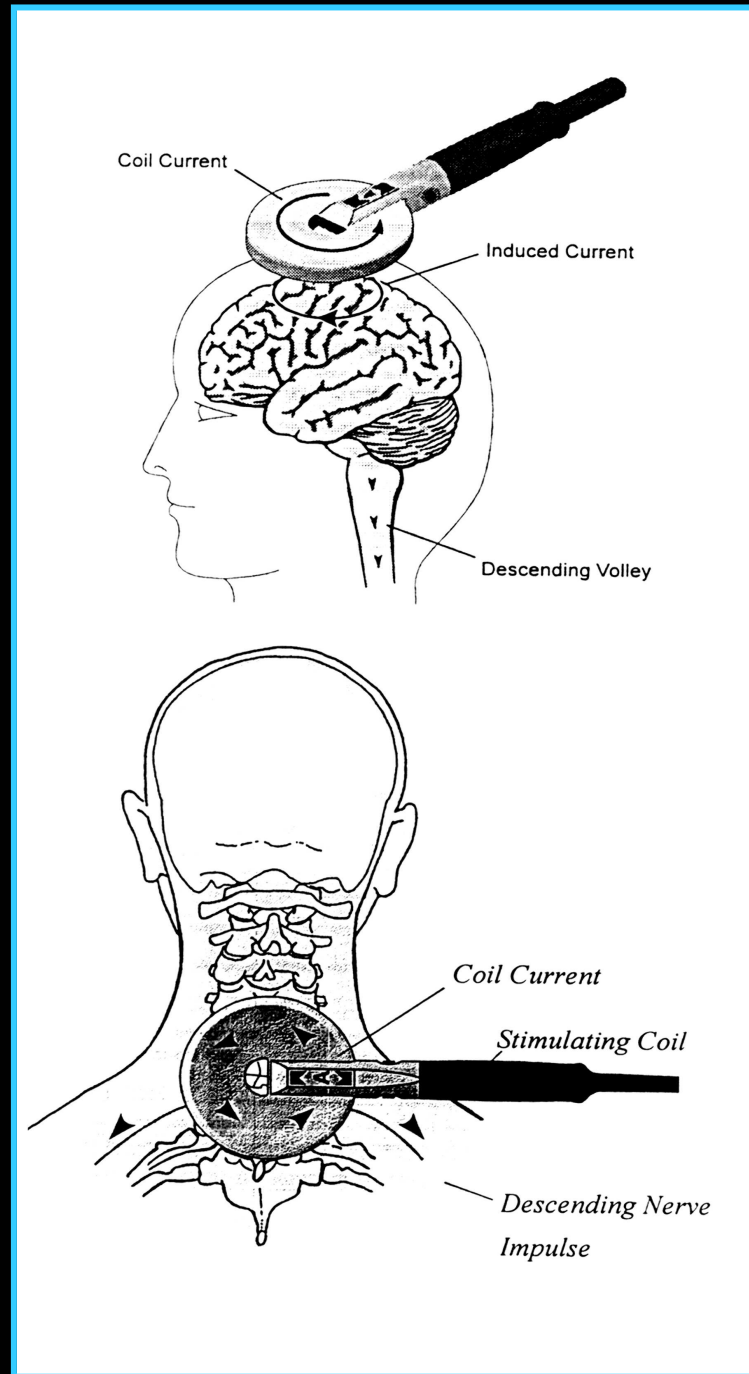
## Cortex

Appliquer le coil  
tangentielle-  
ment  
au scalp

Coil tangentiel  
D: horaire  
G: antihoraire

## Moelle

Application du coil  
au niveau rachidien:  
stimule les racines à  
l'émergence des trous de conjugaison



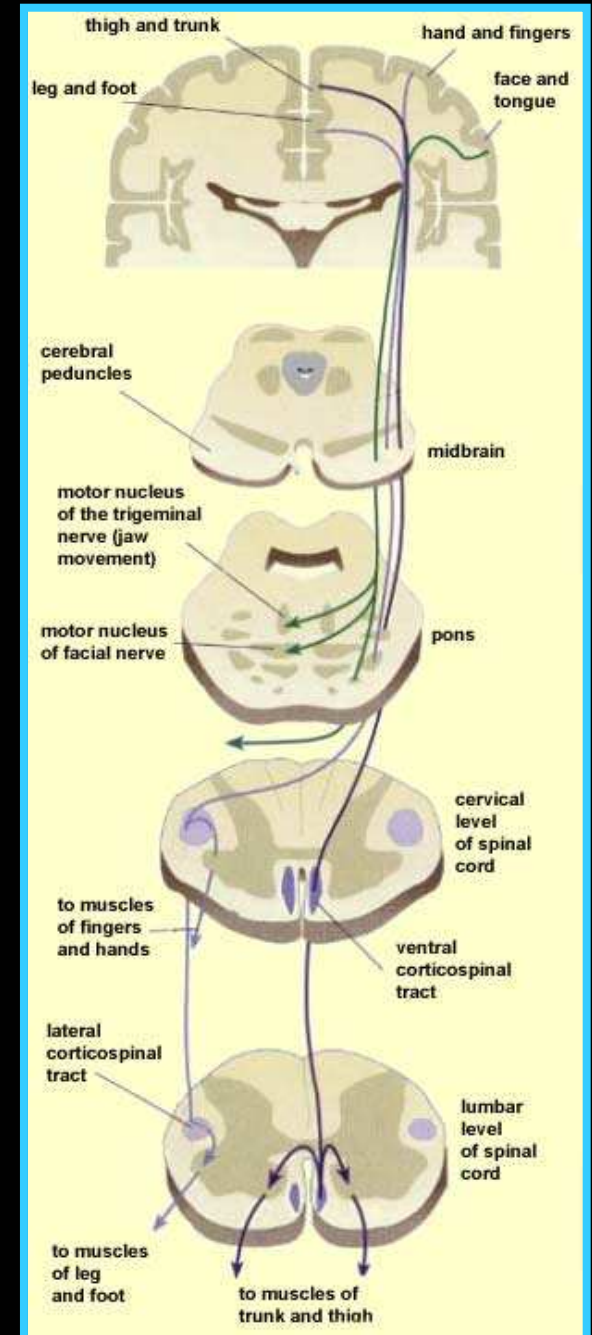
# Le signal: trajet anatomique

- Origine de la voie pyramidale:

- . Cortex sensori-moteur, *autour* du sillon central
- . Plus d'1 million de fibres, myélinisées
- . **5%** sont issues des cellules de Betz de l'aire 4 !
- . Beaucoup de fibres sont issues d'aires sensorielles, associatives

- Trajet:

- . La majorité (<100%) décusse, dans le bulbe et au niveau médullaire.



# Le signal

► **La stimulation corticale** induit des volées descendantes multiples dans le faisceau cortico-spinal, +/- bien synchronisées:

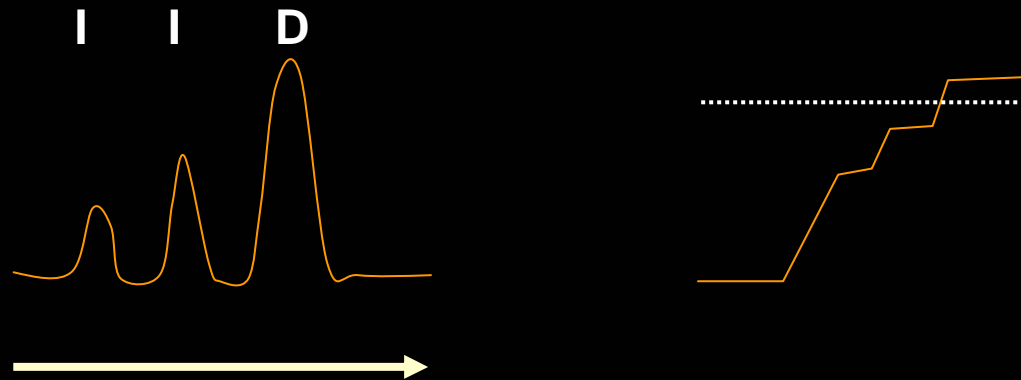
1/ Réponse « D » (directe):

= excitation directe des neurones cortico-spinaux

2/ Réponses « I » (indirectes):

= multiples, excitation via connexions cortico-corticales

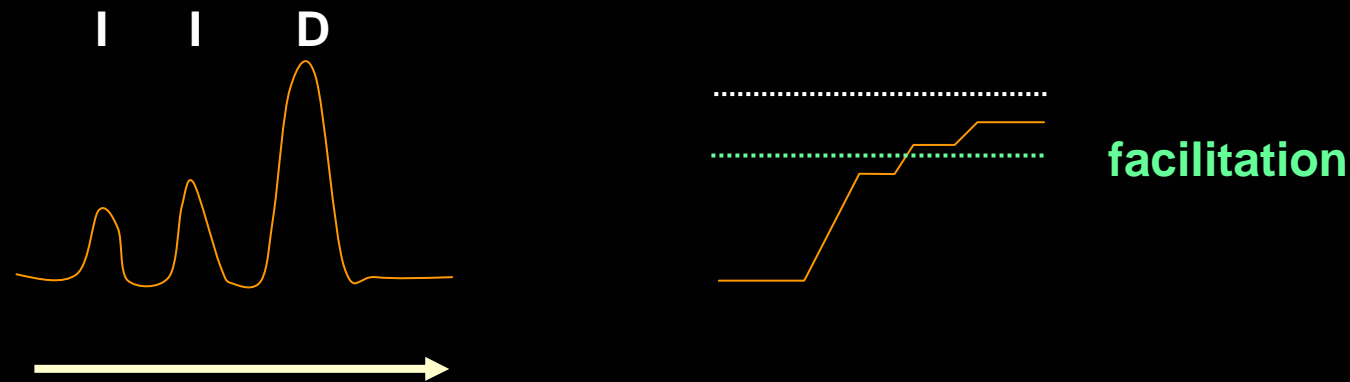
. L'ensemble est sommé au niveau du motoneurone alpha, qui au-delà d'un certain seuil, décharge, d'où un PA musculaire = **Décharge unique du muscle**



- ▶ **Cette Réponse musculaire** est d'amplitude importante (mV) mais variable.
  - . Ne nécessite pas de moyennage

- ▶ **La facilitation**

- . Le seuil d'excitabilité diminue si pre-contraction du muscle ciblé.
- . Ceci entraîne aussi un raccourcissement de la latence (2-5 ms), et une moindre variabilité des mesures.
- . Mécanismes multiples (cortical et spinal)





# Protocole

- ▶ Electrodes collées en regard d'un muscle superficiel:
  - . Eminence thénar
  - . Jambier antérieur
  
- ▶ Stimulation de la voie motrice à des niveaux différents:
  - . Cortex moteur
  - . Moelle cervicale et/ou dorso-lombaire
  - . Point d'Erb
  
- ▶ Sujet détendu. En cas de non réponse corticale, test de facilitation, surtout pour les M Inf.
  
- ▶ En pratique: 10-30% au-dessus du seuil moteur.

NB: 20-30% de non réponses aux membres inf au repos et obtenues avec facilitation



**- Précautions et contre-indications -**

- . Pace-maker**
- . Clip intra-crânien ferro-magnétique**
- . Epilepsie (surtout pour TMS répétitive)**
- . Implants cochléaires**

# Les Paramètres mesurés

- ▶ **Seuil moteur**
- ▶ **Temps de conduction:** global, central et périphérique
- ▶ **Amplitude du Potentiel évoqué moteur**
- ▶ **ET...:**
  - La période de silence**
  - La conduction transcalleuse**

# 1 – Le seuil moteur

- Intensité la + basse pour obtenir une réponse dans + de 50% des stimulations  
(Amplitude de la réponse  $> 50\mu\text{V}$ , n stimulations = 5 – 10)
- Reflète l'excitabilité
  - . des neurones cortico spinaux
  - . des motoneurones spinaux
- Pathologie:
  - . Elevé: lésion affectant la voie Cortico- spinale  
ex: SEP, AVC hémisphérique ou médullaire
  - . Abaissé: SLA à stade précoce, raréfaction d'interneurones Inhibiteurs  
(puis  $<$  qd lésion du motoneurone central)

En pratique, peu utilisé car peu d'intérêt et nécessite de nombreuses stimulations

## 2 – Temps de conduction moteur global (TCT)

- . Latence de la réponse musculaire

## 3 - Temps de conduction moteur central

- . TC cortical – TC spinal (racines)

- . Ou:  $TCT = (F + M - 1)/2$

- . Renseigne sur la conduction, donc la myéline  
(mais perte d'axones rapides donne un aspect de ralentissement)

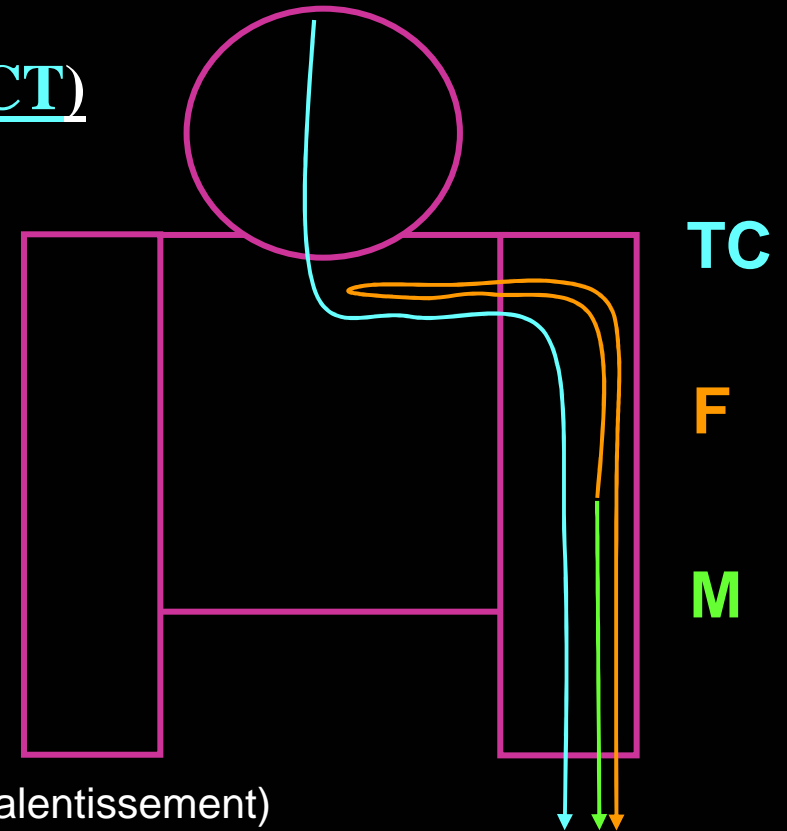
- . Pathologie = Allongement du TCC:

- . Pathologie affectant la myéline:

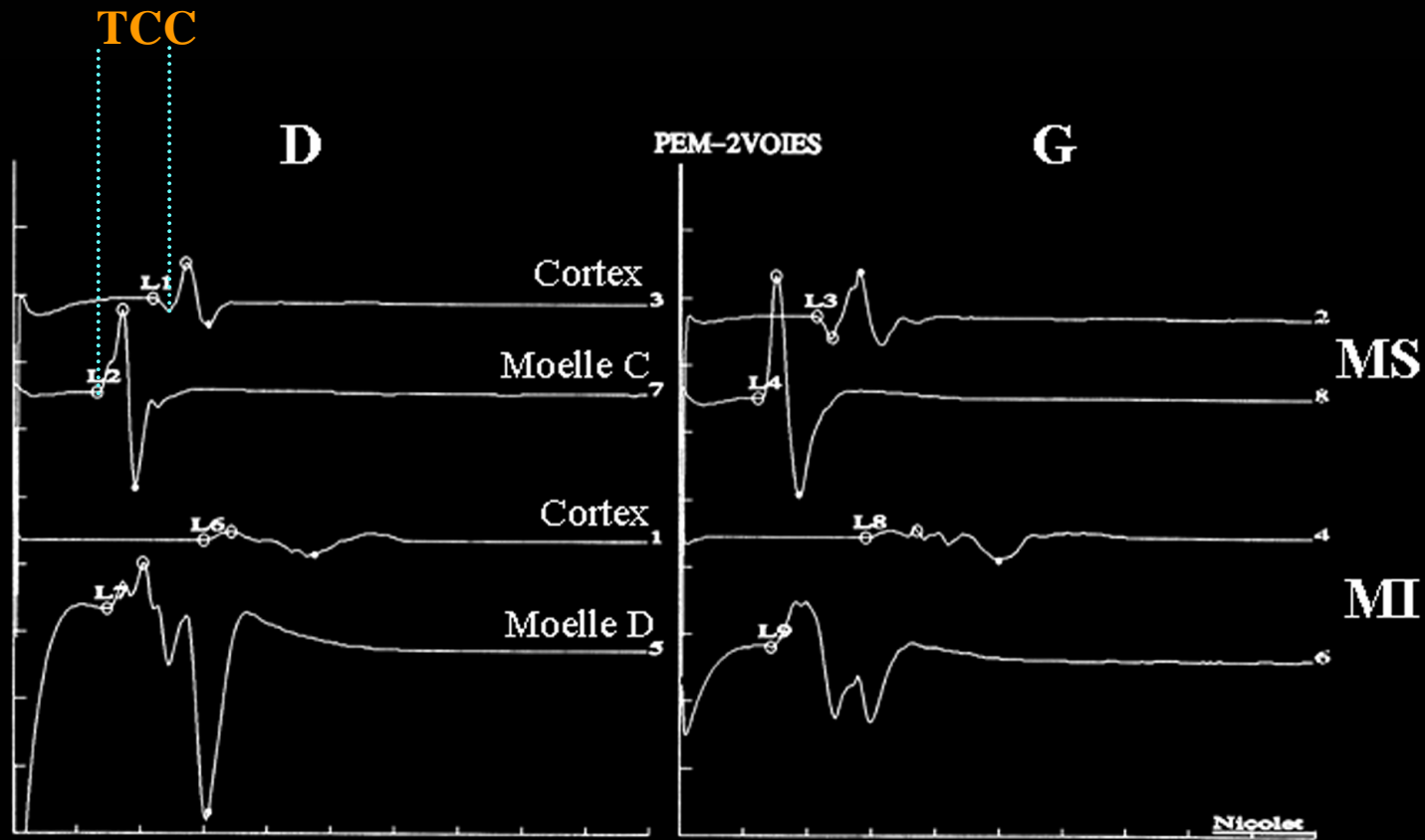
- SEP
- Myélopathie cervicale ...

- . SLA évoluée (perte de fibres myélinisées)

- . AVC: valeur pronostique et évolutive



# Le temps de conduction central



Pour les membres inférieurs, corrélér à la taille +++

## 4 – Amplitude du potentiel évoqué moteur

- . En théorie reflet de l'Intégrité de la voie pyramidale
- . MAIS **grande variabilité** inter et intra-individuelle, car désynchronisation variable du potentiel d'action. Moins de désynchronisation avec double ou triple pulses.
- . Valeur si asymétrie franche
- . Pathologie:

Désynchronisé ou réduit, voire absent:

SLA,  
SEP,  
AVC ...

## 4 – La période de silence

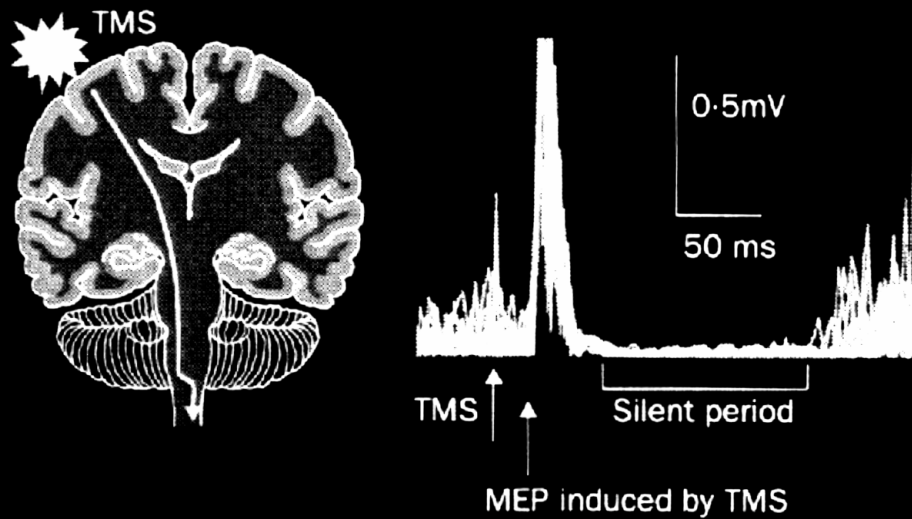
- Mise en évidence:
  - . Le sujet maintient une contraction
  - . TMS single pulse en cortical contralatéral
  - . L'activité EMG est suspendue pdt quelques 100 ms.
- Reflète des mécanismes inhibiteurs dans le cortex moteur, médié par **GABA B**.
- Pathologie:
  - . Réduite: SLA (faible inhibition intracorticale)
  - . Allongée: dans certains AVC à la phase aiguë (négligence motrice, lenteur d'initiation)



## 5 – La conduction transcallosuse

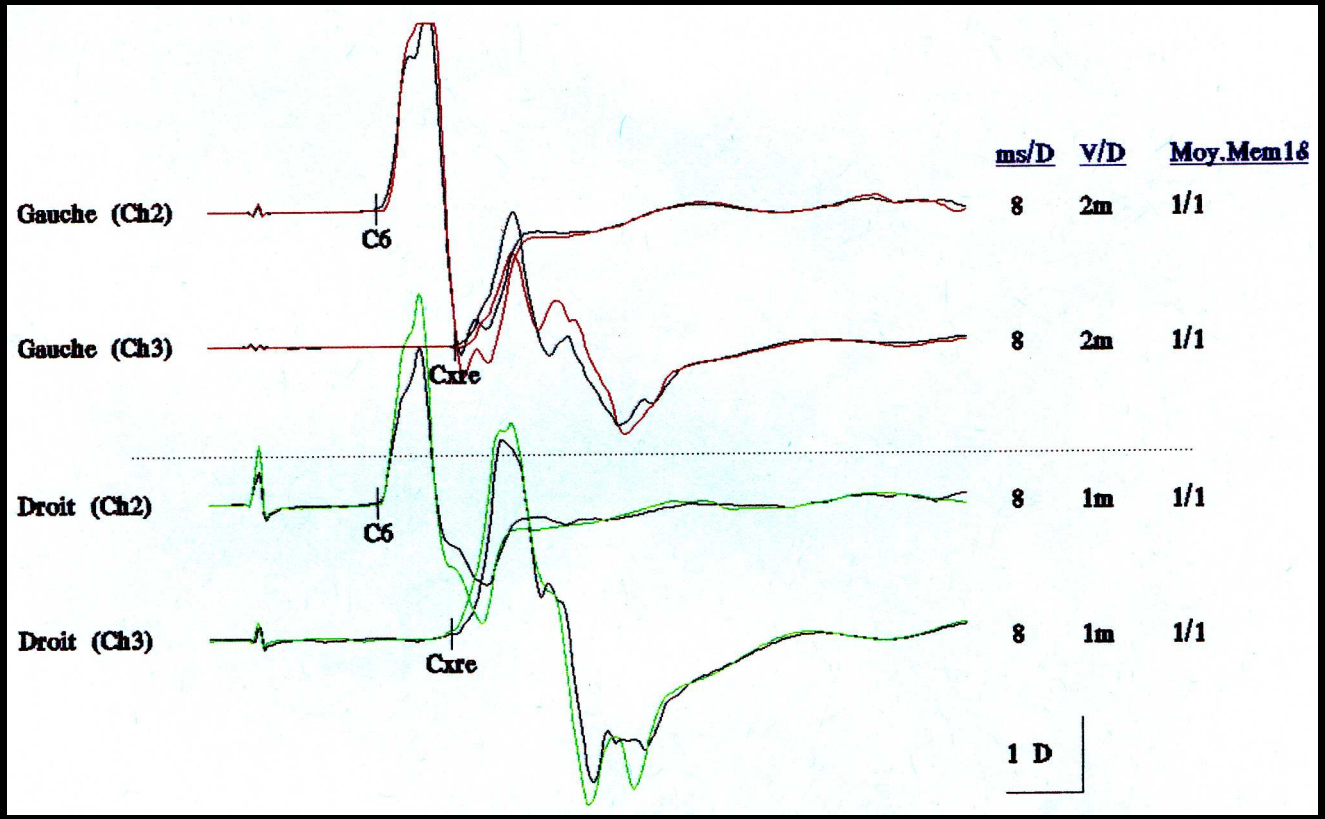
- Mise en évidence:
  - . TMS sur un cortex moteur
  - . Activité motrice volontaire en ipsilatéral
  - . = brève suspension de l'activité EMG (< 50 ms)
  - . Médiée par les fibres calleuses.
  
- Patho:
  - . Survenue retardée ou absence quand lésion callosuse.
  - . Ex: SEP même si asymptomatique (pronostic <)

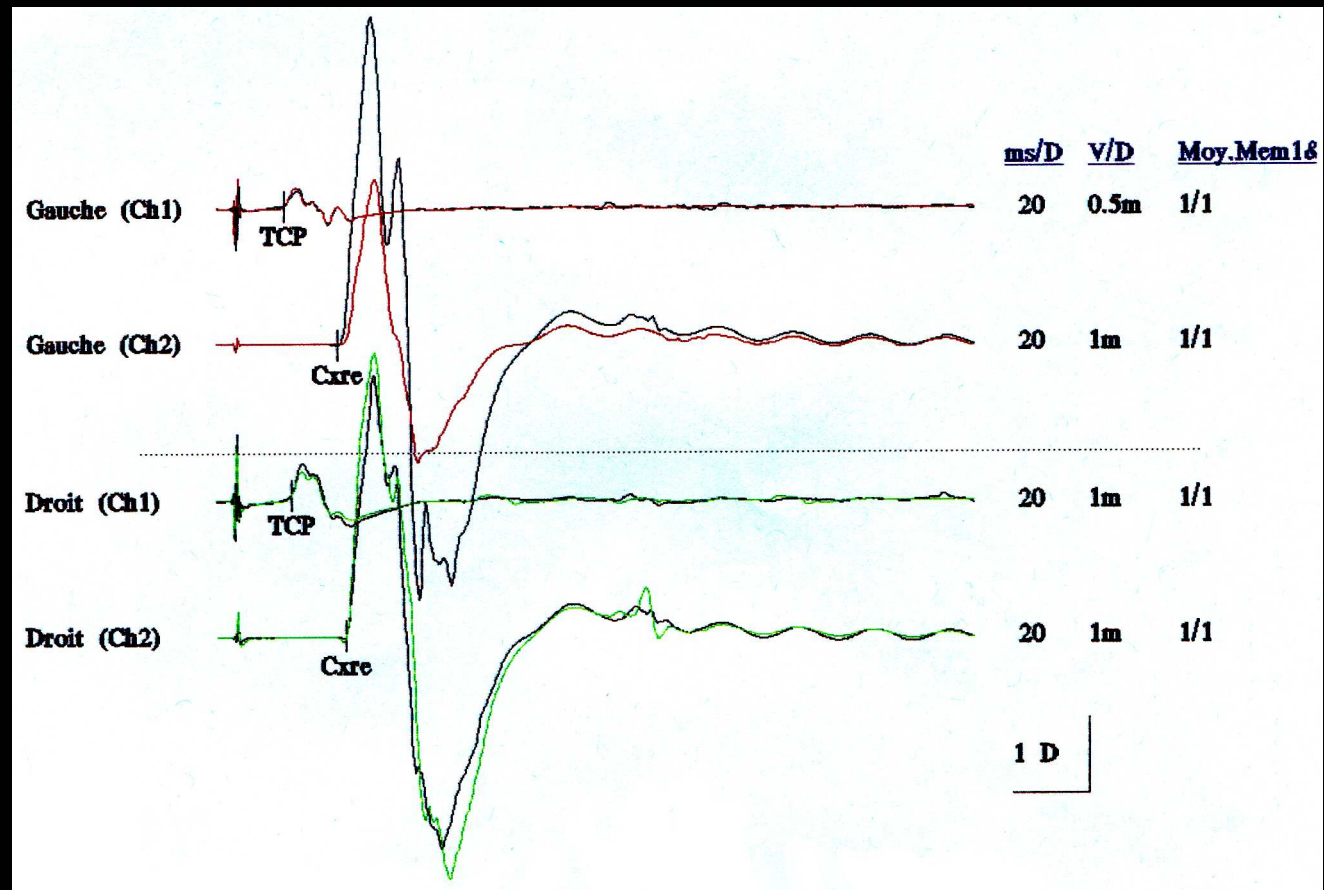
# La période de silence et la conduction calleuse



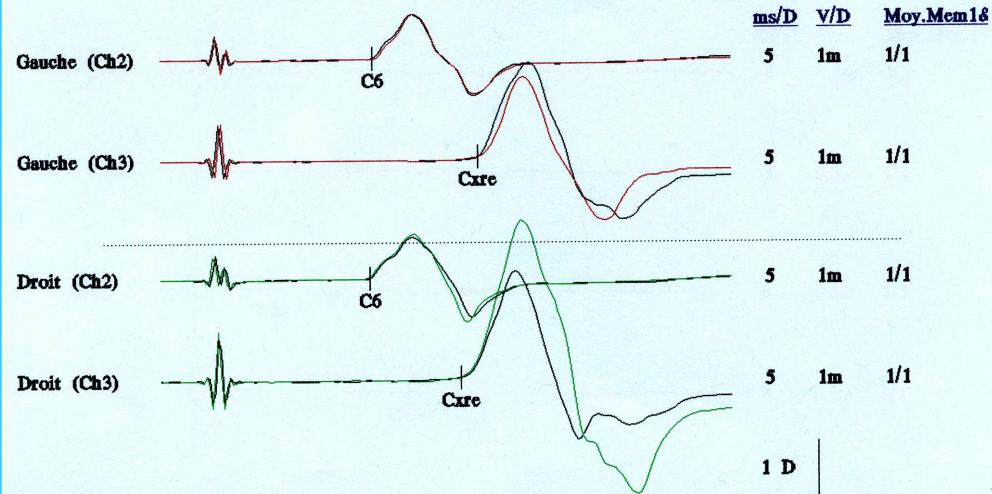
**PERIODE DE SILENCE**

**CONDUCTION TRANS-CALLEUSE**





PES: PEM Add v OppI



Affiche

Gauche: Acq Mem2 Superpose, Retard:-5ms  
 Droit : Acq Mem2 Superpose, Retard:-5ms

Stimulation

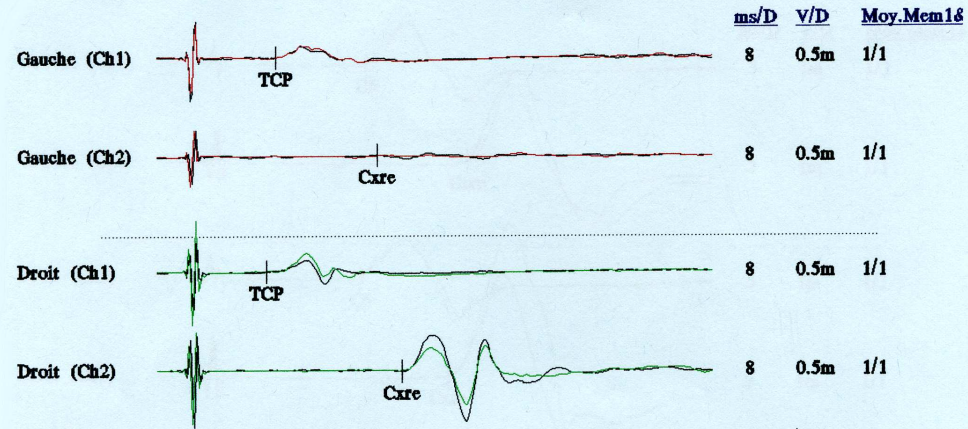
Gauche Acq1 : 3Hz, 0.2ms, 0.0mA  
 Gauche Acq2 : 3Hz, 0.2ms, 0.0mA  
 Droit Acq1 : 0.1Hz, 0.2ms, 0.0mA  
 Droit Acq2 : 0.1Hz, 0.2ms, 0.0mA

Acq	Voie	Montage	Marque	LATENCE [ms]		
				Gauche	Droit	Diff
1	2		C6	13.5	13.3	0.25
	3		Cxre	22.8	21.3	1.50
	2-3		C6-Cxre	9.25	8.00	1.25

Acq	Voie	Montage	Marque	AMPLITUDE [uV]		
				Gauche	Droit	Diff%
1	2		C6	17.1	17.1	0.00
	3		Cxre	61.0	51.3	16.0

■ Surf Normal    ■ Gauche + Droit

PES: PEM MI JA



1 D

Affiche

Gauche: Acq Mem2 Superpose, Retard:-5ms  
 Droit : Acq Mem2 Superpose, Retard:-5ms

Stimulation

Gauche Acq1 : 3Hz, 0.2ms, 0.0mA  
 Gauche Acq2 : 3Hz, 0.2ms, 0.0mA  
 Droit Acq1 : 3Hz, 0.2ms, 0.0mA  
 Droit Acq2 : 3Hz, 0.2ms, 0.0mA

Acq	Voie	Montage	Marque	LATENCE [ms]		
				Gauche	Droit	Diff
1	1		TCP	12.0	10.8	1.25
	2		Cxre	26.8	30.3	3.50
	1-2		TCP-Cxre	14.8	19.5	4.75

Acq	Voie	Montage	Marque	AMPLITUDE [uV]		
				Gauche	Droit	Diff%
1	1		TCP	0.00	0.00	999.9
	2		Cxre	7.32	-7.32	200.0

Surf Normal    ■ Gauche+ Droit

# PEM en pathologie

## I – Myélopathie cervicale

- . Anomalies > 80% des cas (M inf > M sup) (PES 65-70%)
- . Réponses transcorticales d'amplitude réduite, voire absentes,
- . Réponses à la stimulation des racines normales (post foramen)
- . Allongement du TCC
  
- . PEM plus sensibles que les PES (60-65%):
  - 1 - Pathologie dégénérative du rachis et la saillie des disques vertébraux réduisent le calibre antéro-post de la moelle, d'où une compression vasculaire chronique de l'ASA.
  - 2 - Les axones des colonnes ventrolatérales seraient plus vulnérables que ceux des colonnes dorsales

### **Intérêt du couplage PES + PEM**

**Anomalies des PES suggèrent une pathologie plus sévère que anomalies isolées des PEM**

## II- PEM et Sclérose en plaques

- . Globalement + de 70% de PEM anormaux, donc > PES
- . SEP établie: presque 90% d'anomalies
- . Anomalie la plus fréquente = allongement du TCC des membres inférieurs
- . Utilité pour le suivi thérapeutique



## II – SLA: peu d'intérêt diagnostic

- . Très souvent altérés
- . Seuil d'excitabilité  $>$  ou  $<$
- . PEM d'amplitude diminuée (voire absent), polyphasique.
- . TCC normal, allongé (perte de fibres rapides) ou indéterminé

## III – AVC

- . Présence précoce de réponse a une bonne valeur pronostique (valeur  $>$  aux PES)