

NPC - ENMG

# Neurophysiologie Clinique

## Electroneuromyographie

Pierre  
Guihéneuc

3F2

## Exploration des Réflexes T

<b>A : Introduction</b>	<b>2</b>
A1 - Pourquoi explorer les réflexes T ?	
A2 - Ce qu'il faut comprendre : le circuit des réflexes T.	
<b>B : Technique</b>	<b>3</b>
B1 - Comment installer le patient ?	
B2 - Préparer l'enregistrement.	
B3 - Le marteau et le délai de synchronisation.	
B4 - La manœuvre de Jendrassik.	
<b>C : Facteurs faisant varier la latence</b>	<b>4</b>
C1 - Longueur du muscle et tonus musculaire.	
C2 - Force de frappe du marteau.	
C3 - Localisation des électrodes.	
<b>D : Méthode muscle par muscle</b>	<b>5</b>
D1 - Aux membres inférieurs.	
D2 - Aux membres supérieurs.	
D3 - A la face.	
<b>E : Mesures et calculs</b>	<b>6</b>
E1 - Mesure de l'amplitude des réponses.	
E2 - Mesure des latences.	
E3 - Calcul des vitesses de conduction nerveuse sur les circuits réflexes.	
<b>F : Valeurs normales</b>	<b>6</b>
F1 - Valeurs normales des 'vitesses réflexes T' .	
F2 - Evolution des 'vitesses réflexes T' en fonction de l'âge.	
<b>G : Applications en clinique</b>	<b>7</b>
G1 - Etude de la maturation des voies nerveuses périphériques chez l'enfant.	
G2 - Exploration des neuropathies périphériques.	
G3 - Lésions médullaires et lésions musculaires.	
<b>H : Annexes</b>	<b>8</b>
H1 - Mesure du délai de synchronisation du marteau.	
H2 - Mesure de la vitesse de conduction des fibres musculaires.	
<b>I : Sources documentaires</b>	<b>9</b>

Neurophysiologie  
Clinique

Nantes

Edition mai 2008

**Avertissement :** Ce document vous est proposé comme une aide à l'utilisation des matériels et à la maîtrise des techniques d'électrophysiologie. Il est perfectible et peut contenir des erreurs. Il ne dispense aucun lecteur d'acquérir la formation professionnelle clinique et technique adaptée; de rechercher des informations plus spécialisées ; de participer aux réunions de Formation Permanente des Sociétés de Neurologie et de Neurophysiologie Clinique; ni de suivre les recommandations de la Haute Autorité en Santé.

Fig. 1 : **Schéma simplifié du circuit des réflexes T**. Traits terminés par une flèche : messages facilitateurs; traits terminés par une tête plate : messages inhibiteurs. Le réseau des interneurons médullaires est représenté comme un ensemble.

Fig. 2 : **Marteau équipé d'un déclencheur mécanique** : Le choc sur un tendon amène la masselotte au contact des parois du manche du marteau, ce qui ferme un contact. Le délai de synchronisation est de plusieurs ms. (R. Genet, P. Guihéneuc, Laboratoire emg, CHU Nantes)

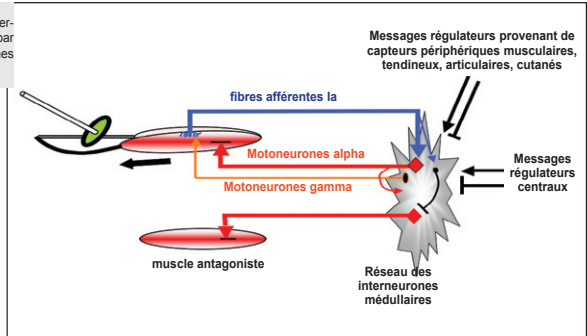
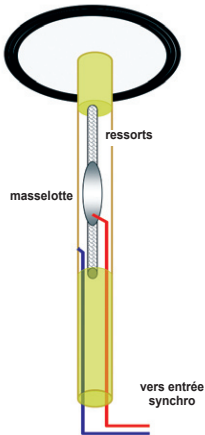


Fig. 3 : **Marteau équipé d'un déclencheur électromécanique** : le choc sur un tendon active un accéléromètre piézo-électrique, lequel fournit un signal de synchronisation avec un délai qui peut être quasi nul. (Nihon Kohden Corp.)

## ☒ A : INTRODUCTION

### A1 - Pourquoi explorer les réflexes T ?

- C'est une technique extrêmement **simple** : il suffit d'un marteau adapté et d'un matériel d'emg. (Celui-ci peut même être remplacé par un ampli différentiel et un écran : oscilloscope, ordinateur portable, tablet PC).
- **☑** C'est une technique **non invasive et indolore** : un argument décisif pour examiner des enfants ; un moyen simple et efficace pour établir un contact confiant avec un adulte au début d'une exploration qui sera poursuivie par l'étude des vitesses de conduction nerveuse et l'électromyographie à l'aiguille.
- C'est une technique qui **permet d'explorer de nombreux nerfs périphériques**, aux quatre membres, et même à la face (réflexe T des masséters). Elle informe sur la valeur fonctionnelle des fibres de plus gros diamètre, à la fois sensibles et motrices, les plus précocément et les plus fréquemment atteintes dans la plupart des lésions nerveuses périphériques.
- **☑** C'est **l'une des rares techniques qui permette d'explorer les zones proximales et les racines de nombreux nerfs** (l'étude du réflexe H est limitée au soléaire ; les ondes F n'explorent qu'un tout petit nombre de motoneurones dans le nerf exploré).
- C'est une **technique fiable**, sous réserve de respecter les conditions de bonne pratique détaillées ci-dessous. Cependant, seules les mesures de latence sont reproductibles, les amplitudes étant trop variables.
- **C'est une technique qu'il est aisé de répéter chez le même sujet**, du fait de son caractère indolore et totalement inoffensif.

### A2 - Ce qu'il faut comprendre : le circuit des réflexes T (fig.1)

Un choc brusque sur un tendon produit un étirement bref du muscle, et l'excitation de capteurs complexes, disposés parallèlement aux fibres musculaires, les fuseaux neuromusculaires. A l'intérieur de ceux-ci, la phase dynamique de l'étirement dépolarise les terminaisons spiralées de très grosses fibres afférentes, les fibres Ia, qui gagnent la moelle en entrant par les racines postérieures (**☑** "1B4 SG1")\*. Le corps cellulaire de ces neurones est logé dans le ganglion des racines postérieures. Dans la moelle, les axones des fibres Ia entrent en contact direct (une seule synapse) avec les fibres motrices qui commandent la contraction du muscle dont sont issues les fibres Ia. (Par exemple, les fibres Ia provenant du droit fémoral contactent les motoneurones destinés au droit fémoral). D'autres branches des fibres Ia, grâce à des interneurons et à travers plusieurs synapses, exercent une influence facilitatrice sur les muscles agonistes (vastes interne et externe, carré crural, dans l'exemple choisi), et une influence inhibitrice sur les muscles antagonistes (ischio-jambiers, dans le même exemple).

La mise en jeu de ce circuit réflexe monosynaptique, provoqué par le choc du marteau sur le tendon, entraîne une contraction brève du muscle (réflexe tendineux). Le signal électrique correspondant à l'excitation des fibres musculaires peut être enregistré avec des électrodes de surface : c'est l'onde T. **La latence d'un réflexe T** correspond par conséquent à la somme suivante : temps de réponse des fuseaux neuro-musculaires + temps de conduction sur les fibres Ia + temps de passage de la synapse centrale (environ 0,5 ms) + temps de conduction sur les motoneurones + temps de passage de la synapse neuro-musculaire (0,5 à 1 ms).

L'amplitude des réflexes T dépend de nombreux facteurs : l'élasticité et la compliance du tendon et des fibres du muscle, modifiées par le vieillissement et la spasticité ; la sensibilité des fuseaux neuromusculaires, régulée par des messages transmis depuis la moelle par les petits motoneurones gamma ; les influences facilitatrices ou inhibitrices exercées sur la terminaison des fibres Ia et sur les motoneurones par les **interneurons médullaires** : ceux-ci reçoivent des messages des organes périphériques (fuseaux neuromusculaires par des fibres du groupe II transmettant des informations sur la composante statique de l'étirement; tendons par des fibres Ib réagissant à la grandeur de la contrainte en traction; articulations et peau sensibles aux pressions et angulations segmentaires), et des commandes centrales (réticulée, noyaux vestibulaires, cervelet, cortex). Par exemple, quand les noyaux réticulaires du tronc cérébral sont mis en alerte par un effort d'attention, un calcul mental, ou par des messages facilitateurs venant des membres au cours d'une manœuvre de Jendrassik, le gain des circuits réflexes est augmenté pendant un temps très court. Toutes ces régulations permettent de comprendre la **grande variabilité d'amplitude des réponses T, sur le même sujet et le même muscle**, d'un coup de marteau à l'autre.

\* Ce type d'indication renvoie vers un autre document du dossier "NPC - ENMG"

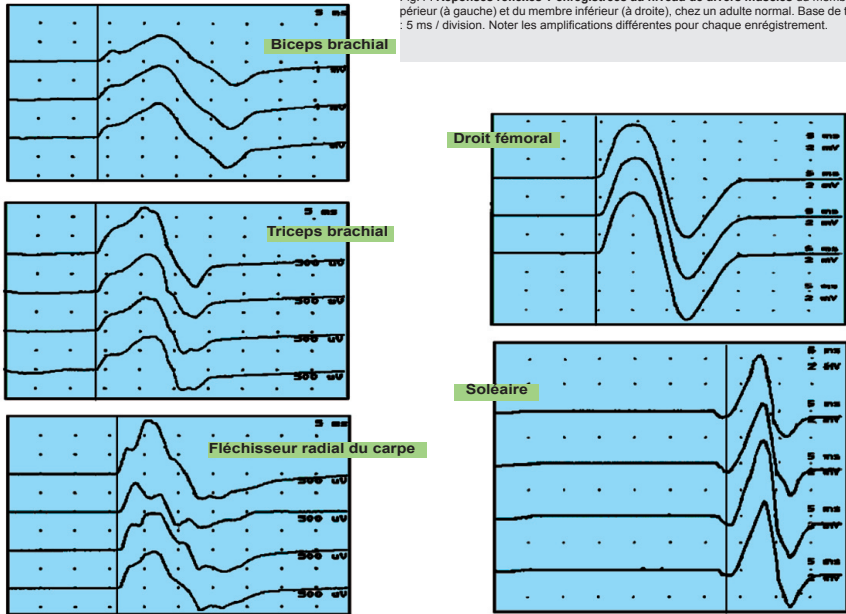


Fig.4 : Réponses réflexes T enregistrées au niveau de divers muscles du membre supérieur (à gauche) et du membre inférieur (à droite), chez un adulte normal. Base de temps : 5 ms / division. Noter les amplifications différentes pour chaque enregistrement.

## ☒ B : TECHNIQUE

### B1 - Comment installer le patient ?

➤ Chaque muscle à explorer doit être placé dans une position "idéale" destinée à réduire le tonus et optimiser la source des potentiels par rapport aux électrodes (cf plus loin). Chez l'adulte, le mieux est de **prévoir un fauteuil surélevé**, qui détend le patient en lui donnant le sentiment de "dominer la situation", et permet au médecin d'explorer confortablement aussi bien les réflexes des membres inférieurs que ceux des membres supérieurs. Pour un patient au lit, toujours s'efforcer de respecter les angulations segmentaires indiquées plus loin pour chaque réflexe (page 8 et fig 8).

**Pour un nourrisson ou un bébé, il est plus facile de le coucher sur le dos ou sur le ventre.** Le membre testé est tenu à la main par le médecin, ce qui facilite le contrôle du tonus musculaire. Ce contrôle est souvent difficile chez l'enfant, prompt à gesticuler ou crier dès qu'on le manipule : une bonne dose de patience est parfois nécessaire...

### B2 – Préparer l'enregistrement

Des électrodes de surface d'environ 40 mm<sup>2</sup> sont adéquates pour l'adulte. Il est préférable d'utiliser des électrodes séparées (et non pas groupées sur un bloc rigide) de façon à les positionner au mieux selon la longueur du muscle. Chez le nourrisson, de plus petites surfaces sont à privilégier. Qu'il s'agisse d'électrodes strappées ou autocollantes, toujours veiller à ce qu'elles soient fermement fixées. Contrôler et équilibrer l'impédance des 2 électrodes (moins de 20 kOhm avec un courant-test à moins de 100 Hz).

Régler les amplificateurs : filtre basses fréquences < 5 Hz ; filtre hautes fréquences > 5 KHz . Le gain (on peut commencer par 0.5 mV/division) sera ajusté en fonction de l'amplitude de la réponse. Base de temps : 5 ou 10 ms/division.

➤ Prévoir d'**enregistrer plusieurs réponses consécutives en cascade sur l'écran** (fig 4). Il est préférable de **ne pas moyennner** les réponses, de façon à mieux apprécier la latence la plus stable.

### B3 - Le marteau et le délai de synchronisation

Plusieurs types de "marteaux-réflexes" sont disponibles . Tous sont munis d'un dispositif électromécanique permettant de synchroniser le déclenchement du balayage à l'écran sur le choc du marteau. Ils se branchent sur une entrée synchro de l'appareil d'emg.

Deux points importants sont à vérifier avant de procéder à un enregistrement :

- la disposition du capteur inclus dans le marteau : certains modèles imposent que le marteau soit utilisé dans une direction définie, qui est celle de l'axe préférentiel de l'accéléromètre ou du switch. Pour d'autres modèles on peut frapper le tendon dans n'importe quelle direction du marteau.
- **Le délai qui sépare le choc sur le tendon du début de la trace à l'écran** : ce **délai de synchronisation** est quasi-nul et peut être négligé pour certains modèles de marteaux équipés d'un switch piézo-électrique ultra-sensible (Fig 3) . Mais pour d'autres modèles équipés de switch à masse mobile, le délai peut atteindre plusieurs millisecondes (Fig 2). Or ce délai dépend également du réglage du circuit de synchronisation de l'appareil d'emg, **il devra être ajouté au chiffre de la latence** mesuré sur l'écran pour obtenir la latence réelle des réponses T.

#### Il importe donc dans tous les cas :

- ou de se procurer un marteau à délai quasi nul, ce qui est le plus simple ;
- ou bien d'obtenir du fabricant la mesure validée du délai pour le marteau et l'appareil d'emg fournis ;
- ou de mesurer effectivement le délai réel de son marteau connecté à son appareil : la marche à suivre est indiquée en §annexe 1 et fig 15

Figure 5, ci-dessous : **Manœuvre de Jendrassik** : Lorsqu'on demande au patient de serrer les poings, l'augmentation d'amplitude de la réponse T du Soléaire est maximale 300 ms après le début de la manœuvre (adapté de Delwaide et Toulouse, Brain, 1981)

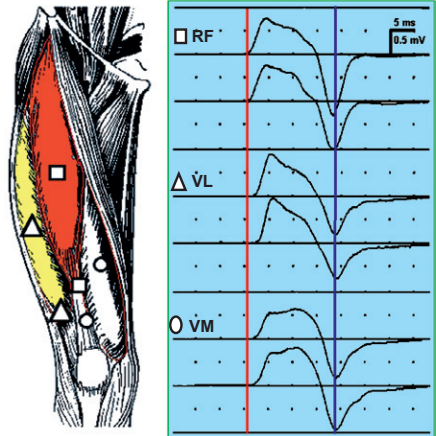
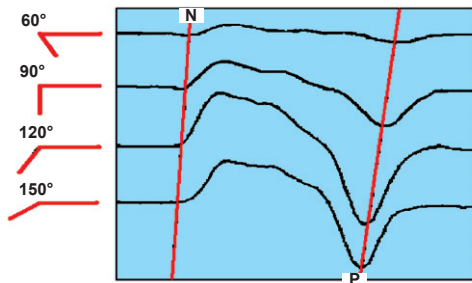
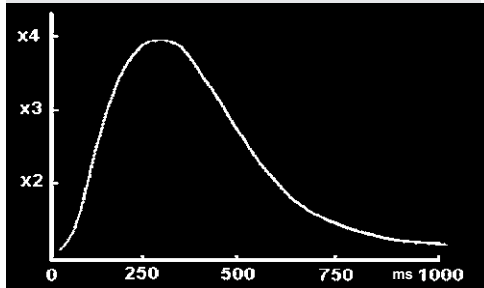


Fig 7, ci-dessous : Modifications de forme et de latence des réponses T enregistrées sur le quadriceps, selon que les électrodes sont placées en regard du droit fémoral (RF), du vaste latéral (VL) ou du vaste médial (VM)

Fig 6 : Changements de forme et de latence de la réponse T du Droit fémoral, lorsque l'angulation du genou (à gauche) est progressivement augmentée de 60 à 150 degrés. Noter aussi la modification de latence du pic postif P (potentiel stationnaire)

#### B4 - La manœuvre de Jendrassik

Quand chez un patient l'amplitude de la réponse T enregistrée est très faible, on peut la faciliter par une manœuvre de Jendrassik, en demandant au patient de serrer brusquement les mains et/ou les dents. Les capteurs périphériques sollicités par cette manœuvre donnent naissance à des messages afférents qui stimulent la substance réticulée du tronc cérébral, laquelle excite à son tour les motoneurones médullaires.

⚡ Il ne faut pas oublier que **le renforcement de la réponse survient de 300 à 600 ms suivant le début de la contraction** des mains ou des mâchoires, et que l'effet s'évanouit ensuite très vite : un peu d'habitude est nécessaire pour frapper le tendon au bon moment (Fig 5).

### ☒ C : FACTEURS FAISANT VARIER LA LATENCE

Plusieurs facteurs anatomiques et physiologiques doivent être contrôlés pour obtenir des mesures fiables de latence :

#### C1 – Longueur du muscle et tonus musculaire

L'étirement passif du muscle (extension ou flexion des articulations) modifie la position relative des sources de potentiel (les fibres musculaires) par rapport aux électrodes de surface (Fig 6). Un résultat similaire est obtenu lors d'une augmentation du tonus ou d'une contraction isométrique du muscle (les fibres musculaires se contractent tandis que s'allongent les fibres élastiques du muscle et du tendon).

Dans les deux cas, on observe un changement de latence et de durée des réponses T. **Il est donc important :**

- ⚡ **de respecter pour chaque muscle testé des positions articulaires normalisées** (indiquées dans le chapitre suivant)
- ⚡ **de demander au patient de maintenir le muscle relaxé, détendu**. On peut contrôler le tonus en activant le haut-parleur : on déclenche le choc du marteau quand le silence est obtenu.
- ⚡ **Chez le bébé**, le mieux est de tenir le membre à la main tout en se servant du haut-parleur : on percute le tendon quand le relâchement musculaire est obtenu. Il est souvent nécessaire d'enregistrer plusieurs réponses pour détecter la latence la plus stable.

#### C2 – Force de frappe du marteau

Il n'est pas nécessaire de frapper très fort avec le marteau : il suffit d'obtenir un enfoncement brusque du tendon et un allongement bref du muscle.

⚡ Avec certains marteaux, le délai de synchronisation des traces peut varier légèrement avec la force de percussion : un peu d'entraînement suffit à accommoder **une frappe modérée et constante**.

Il est évidemment recommandé de percuter le tendon (rotulien par exemple) dans sa zone la plus facilement déprimable, et d'éviter de frapper les os adjacents (rotule et plateau tibial), ce qui est inefficace et douloureux.

#### C3 – Localisation des électrodes

Quand on change l'emplacement des électrodes, on observe que non seulement l'amplitude et la forme de la réponse enregistrée varient, mais que la latence peut elle aussi être modifiée. Ceci est particulièrement net dans le cas de groupes musculaires complexes, comme le triceps brachial, le quadriceps fémoral (Fig 7), le triceps sural.

⚡ Dans tous les cas, il est donc préférable de respecter une disposition telle que l'électrode active soit située en regard de la jonction neuromusculaire la plus proche, et l'électrode de référence au niveau de la limite muscle-tendon. Les repères permettant une localisation appropriée des électrodes sont indiqués ci-dessous pour chaque muscle.

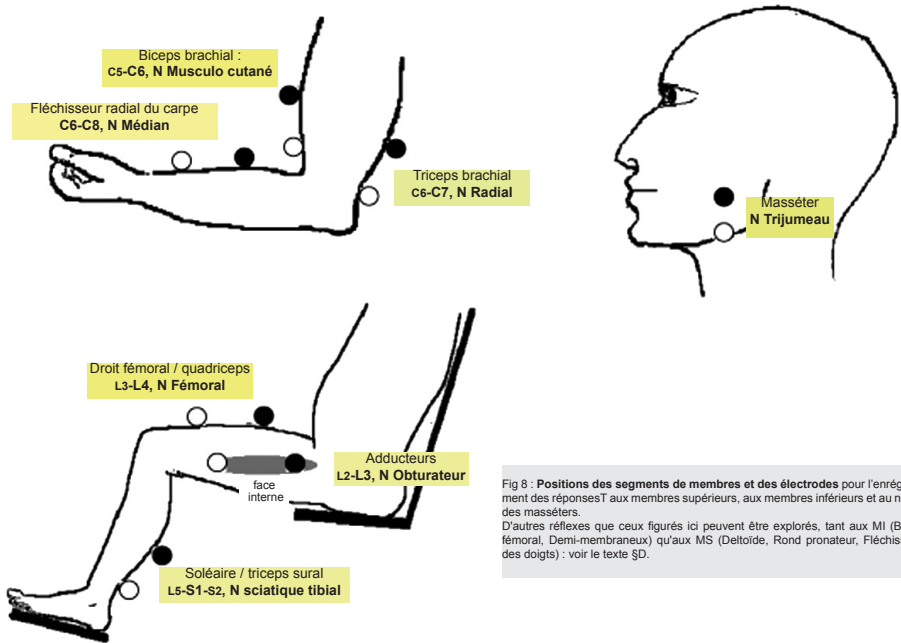


Fig 8 : Positions des segments de membres et des électrodes pour l'enregistrement des réponses T aux membres supérieurs, aux membres inférieurs et au niveau des masséters.  
D'autres réflexes que ceux figurés ici peuvent être explorés, tant au MI (Biceps fémoral, Demi-membraneux) qu'aux MS (Deltoïde, Rond pronateur, Fléchisseurs des doigts) : voir le texte §D.

### ✘ D : INSTALLATION MUSCLE PAR MUSCLE ET VOIES NERVEUSES EXPLORÉES

Les voies afférentes et/ou éférentes d'un même réflexe peuvent emprunter plusieurs troncs nerveux et presque toujours **plusieurs racines et métamères médullaires** : seule la racine dominante est indiquée ici. Pour de plus amples détails anatomiques, se reporter aux documents décrivant l'exploration des divers troncs nerveux (→4H1 à 4J6)

#### D1 – Aux membres inférieurs (fig 8 et fig 4)

- Sujet confortablement assis et relaxé, angles tronc-cuisses, cuisses-jambes et jambes-pieds voisins de 110°.
- **Adducteurs** : électrode active à l'union du 1/3 supérieur et du 1/3 moyen d'une ligne joignant la symphyse pubienne au condyle interne du fémur ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du condyle. Le circuit réflexe emprunte le nerf Obturateur, et majoritairement la racine L3.
- **Quadriceps / droit fémoral** : électrode active à mi-distance d'une ligne joignant l'épine iliaque antéro-supérieure et le sommet de la rotule ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et de la rotule. Le circuit réflexe emprunte le nerf Fémoral, et majoritairement la racine L4.
- **Biceps fémoral** : électrode active à mi-distance d'une ligne joignant la tubérosité ischiatique au pli de flexion du creux poplité ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du pli poplité. Le circuit réflexe emprunte le nerf Sciatique, et les racines L5, S1.
- **Demi-tendineux- Demi-membraneux** : électrode active à mi-distance d'une ligne joignant la tubérosité ischiatique au pli de flexion du creux poplité : soit chez l'adulte un travers de main en dessous du pli fessier ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du pli poplité. Le circuit réflexe emprunte le nerf Sciatique, et les racines S1, S2 (P. Soichot, communic. personnelle).
- **Triceps sural / solaire** : électrode active en arrière du mollet, à mi-distance d'une ligne joignant le pli poplité au sommet du calcaneum ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du calcaneum. Le circuit réflexe emprunte le nerf Tibial, le nerf Sciatique et majoritairement la racine S1.

#### D2 – Aux membres supérieurs

- Sujet assis, épaule tombant naturellement, avant bras fléchi et soutenu à 110°, poignet en extension à 130°, main relaxée demi-fermée.
- **Deltoïde** : électrode active à mi-distance d'une ligne joignant l'extrémité de l'épine de l'omoplate au milieu de la face externe du bras ; électrode de référence au milieu de la face externe du bras. Le circuit réflexe emprunte le nerf Axillaire et la racine C4. Une très légère contraction volontaire du Deltoïde est recommandée. Néanmoins, ce réflexe ne peut être mis facilement en évidence chez 30% des sujets normaux.
- **Biceps brachial** : électrode active à mi-distance d'une ligne joignant l'apophyse coracoïde au pli du coude ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du coude. Il est recommandé d'interposer un doigt de l'opérateur entre le marteau et le tendon du biceps. Le circuit réflexe emprunte le nerf Musculo-cutané et majoritairement la racine C6.
- **Triceps brachial** : électrode active à mi-distance d'une ligne joignant la glène omo-humérale au sommet de l'olécrane ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et de l'olécrane. Le circuit réflexe emprunte le nerf Radial et majoritairement la racine C7.
- **Rond pronateur** : électrode active à 1 cm en dehors et en dessous de l'épitréchée, à la face antérieure du coude ; électrode de référence 2 cm en-dedans et en-dessous de l'épicondyle, sur la face antérieure de l'avant-bras. Le circuit réflexe emprunte le nerf Médian et les racines C6 et C8.
- **Fléchisseur radial du carpe** : électrode active à l'interface 1/3 supérieur-1/3 moyen d'une ligne joignant l'épitréchée au milieu de la face avant du poignet ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du poignet. Le circuit réflexe emprunte le nerf Médian et les racines C6 et C8.
- **Fléchisseurs unaires des doigts** : électrode active à l'interface 1/3 supérieur-1/3 moyen d'une ligne joignant l'épitréchée à l'os pisiforme ; électrode de référence équidistante de l'électrode active et du poignet. L'électromyographe percute 2 de ses doigts disposés dans la conque formée par les doigts IV et V du patient fléchis en crochet. Le circuit réflexe emprunte les nerfs Médian et Uniaire et majoritairement la racine C8 (P. Soichot, communic. personnelle).

#### D3- A la face

- Sujet assis, bouche demi-ouverte, décontractée ; on frappe le plan supérieur du menton (interposer une compresse pour éviter que la percussion soit douloureuse). On peut enregistrer simultanément la réponse des 2 masséters.
- **Masséters** : électrode active sur une ligne verticale, à mi-distance du bord inférieur de l'apophyse zygomatique et de l'angle du maxillaire ; électrode de référence sous l'angle maxillaire. Le circuit réflexe emprunte les voies sensorielles et motrices du nerf Trjumeau.

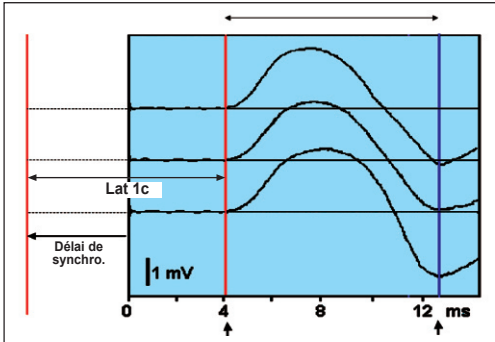


Fig 9 : Réflexe T du Droit fémoral enregistré chez un enfant. La latence des réponses T doit être corrigée (lat 1c) de la valeur du délai de synchronisation du marteau, si nécessaire (voir § B3)

Fig 10 : Formules de calcul des vitesses réflexes T, et valeurs normales (moyenne et écart-type) des latences et vitesses réflexes T pour différents muscles des membres inférieurs et supérieurs.

\*Les données concernant les réflexes T du 1/2 Tendineux et des Fléchisseurs ulnaires sont issues d'un travail du Dr P. Soichot (communication personnelle)

	Lat 1c, ms	Formule de calcul	Vitesse Réflexe T, m/s
<b>Adducteurs</b>	19.5 (1.32)	$(0.80 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	69.7 (3.94)
<b>Droit fémoral</b>	20.0 (1.71)	$(0.80 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	67.7 (3.52)
<b>Bi.fémoral, 1/2 Tendineux</b>	24.0 (1.9)	$(0.90 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	63.8 (3.78)
<b>Soléaire</b>	33.0 (2.49)	$(1.20 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	61.1 (2.57)
<b>Biceps brachial</b>	13.5 (1.05)	$(0.52 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	65.3 (2.89)
<b>Triceps brachial</b>	14.0 (1.12)	$(0.54 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	65.0 (3.01)
<b>Grand Palmaire</b>	21.3 (1.64)	$(0.74 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	59.26 (2.63)
<b>Fléchisseurs ulnaires</b>	23.6 (2.1)	$(0.84 * \text{taille, mm}) / \text{lat 1c, ms}$	59.8 (3.0)

## ☒ E – MESURE DES AMPLITUDES ET LATENCES ET CALCUL DES VITESSES

### E1 – Mesure de l'amplitude des réponses

Elle peut être faite de pic à pic. Cependant, **cette mesure est d'un intérêt limité**, d'une part parce que l'examen clinique des réflexes tendineux permet déjà d'apprécier la vivacité de la réponse, d'autre part en raison des variations importantes d'amplitude d'un sujet à l'autre, et, chez le même sujet, au cours du même test. Noter l'amplitude d'une réponse T a donc surtout comme intérêt de **signaler une valeur effondrée**.

### E2 – Mesure des latences (fig 9)

☞ Les latences (en ms) sont mesurées du début de la trace sur l'écran au début de la déflexion négative de la réponse. **Si le marteau utilisé manifeste un délai de synchronisation** (voir §B3), **ce délai doit être ajouté à la valeur mesurée pour obtenir la latence réelle ou laence corrigée (lat c).**

### E3 – Calcul des vitesses de conduction nerveuse sur les circuits réflexes (Fig 10)

La longueur (en mm) des circuits nerveux empruntés par les messages évoquant les réponses T est estimée dans tous les cas (sauf pour le masséter) être une fraction de la taille du sujet, fraction qui varie selon le muscle testé. En divisant cette longueur par la latence en ms de la réponse, on obtient une évaluation de la vitesse de conduction sur la voie réflexe (vitesse réflexe T, en mm/ms ou m/s). La fig 10 présente les formules de calcul, pour chaque muscle des membres.

☞ **La taille (en mm) à utiliser pour ce calcul est celle que le sujet présentait au terme de sa croissance, ou vers l'âge de 20 ans** : lorsque cette donnée n'est pas connue du patient examiné, il faut l'évaluer en tenant compte de la réduction de taille que les traumatismes, les déformations ou le vieillissement ont pu imposer.

## ☒ F - VALEURS NORMALES

### F1 – Valeurs normales des "vitesses réflexes T" (fig 10)

La figure 11 présente les valeurs normales de "vitesse réflexe T" chez l'adulte. Les formules et les valeurs indiquées ont été validées par des années de pratique quotidienne dans le Laboratoire de Neurophysiologie Clinique du CHU de Nantes. En fonction du matériel (marteau, appareil d'erg), et des protocoles qui peuvent être utilisés (examen systématique sur des patients allongés, par exemple), **☞ il appartient à chacun de colliger et valider sa propre banque de données normales**.

### F2 – Evolution des « vitesses réflexes T » en fonction de l'âge (Fig 11, 12, et 13)

La figure 12 indique les valeurs de vitesses de conduction trouvées, dans différents groupes d'âge de la naissance à 80 ans, pour 2 réflexes T, ceux du soléaire et du droit fémoral (étude réalisée chez 156 adultes de plus de 20 ans, 31 adolescents de 10 à 20 ans, et 157 enfants de 2 jours à 10 ans).

On voit qu'à la naissance, les « vitesses réflexes T » sont voisines de 50% des valeurs atteintes à 20 ans. Elles augmentent rapidement jusqu'à 3 ans, âge auquel elles atteignent des valeurs proches de 80 % de celles de l'adulte. Elles continuent à augmenter lentement jusqu'à 20-25 ans de manière exponentielle, puis décroissent linéairement tout au long de la vie adulte pour retrouver vers 80 ans les valeurs d'un enfant de 10 ans.

Fig 11 : Evolution des latences et des "Vitesse réflexes T" du Soléaire et du Droit Fémoral, en fonction de l'âge : moyenne et (déviatoin standard) pour chaque groupe d'âge. La vitesse sur le trajet des ondes H ou F du Soléaire est indiquée pour comparaison (←3F3, §D3).

		0-3 mois	3-12 mois	1-3 ans	3-10 ans	10-20 ans	20-50 ans	50-80 ans
Soléaire	Lat 1c, ms	18.5 (2.15)	18.8 (1.95)	19.6 (2.04)	25.1 (3.24)	30.7 (2.85)	33 (2.49)	34.1 (2.42)
	Vit. Refl. T m/s	34.7 (3.44)	41.6 (4.17)	50.4 (5.91)	54.2 (4.76)	61.4 (3.83)	<b>61.1(2.57)</b>	58.1 (2.78)
	Vit. Refl H m/s						60.6 (2.21)	58.9 (2.45)
Droit fémoral	Lat 1c, ms	8.8 (0.42)	9.5 (0.6)	10.5 (0.72)	13 (1.18)	18.1 (1.11)	20 (1.71)	20.1 (1.61)
	Vit. Refl. T m/s	48.2 (2.92)	55 (3.53)	63.4 (3.95)	69.7 (4.68)	69.1 (2.18)	<b>67.7 (3.52)</b>	66.7 (3.45)

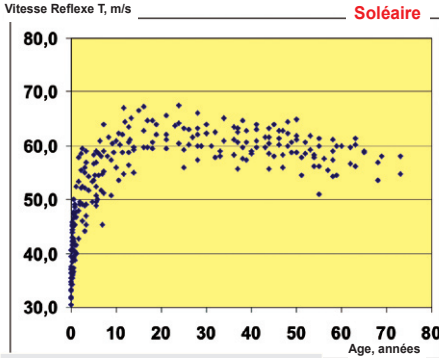


Fig 12 : Evolution de la "Vitesse réflexe T" du Soléaire en fonction de l'âge.

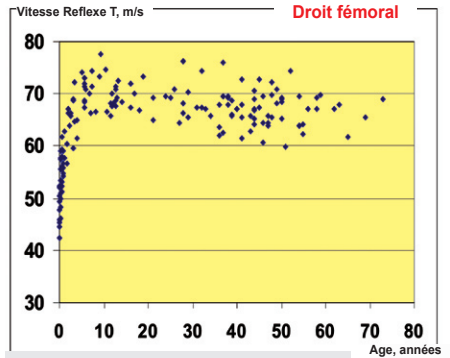


Fig 13 : Evolution de la "Vitesse réflexe T" du Droit fémoral en fonction de l'âge.

## ☒ G – APPLICATIONS EN EMG CLINIQUE.

### G1 – Etude de la maturation des voies nerveuses périphériques chez l'enfant

Le caractère non agressif et indolore de ces techniques favorise évidemment leur usage pour explorer le déroulement de la maturation du système nerveux périphérique, et en particulier l'évolution de la myélinisation des grosses fibres, chez l'enfant normal ou lorsqu'on soupçonne une neuropathie.

On observe par exemple que la myélinisation est plus précoce sur les voies proximales comme le N fémoral, où la vitesse réflexe T du droit fémoral atteint à la naissance une valeur moyenne proche de 57 % de celle de l'adulte, que sur le N sciatique et le N Tibial, où la vitesse réflexe T moyenne du Soléaire est proche de 40 % des chiffres de l'adulte.

### G2 – Exploration des neuropathies périphériques :

L'expérience apprend qu'**il est souvent très intéressant de commencer un examen emg par l'étude des réflexes T** correspondant au territoire à explorer : le patient est mis en confiance par un premier test non douloureux et facile à répéter sur plusieurs muscles.

Toute pathologie nerveuse ou musculaire touchant le trajet réflexe exploré peut évidemment modifier l'amplitude ou la latence de la réponse T. Cette technique est l'une des seules à **permettre l'évaluation fonctionnelle des racines et des zones proximales des nerfs**, inaccessibles aux vitesses de conduction explorant uniquement les zones distales, et à la biopsie limitée à un fragment distal d'une seule petite branche nerveuse et qui ne donne qu'une image anatomique de la lésion sans en apprécier les conséquences fonctionnelles.

Une application préférentielle des réflexes T concerne donc l'étude de toutes les **lésions radiculaires** :

- qu'il s'agisse de pathologies aiguës inflammatoires ou infectieuses (syndrome de Guillain et Barré, radiculonévrites subaiguës disimmunitaires, maladie de Lyme) ; avec la mise en évidence de blocs proximaux (disparition des réponses T) et de ralentissements plus marqués sur les réflexes T que sur les nerfs distaux ;
- ou qu'il s'agisse de lésions mécaniques radiculaires cervicales ou lombaires (←BK7) : les compressions aiguës récentes réduisent les amplitudes, modifient peu les latences ; les compressions lentes et anciennes (arthrose cervicale ou lombaire, par exemple) se traduisent par des diminutions importantes des vitesses réflexes T.

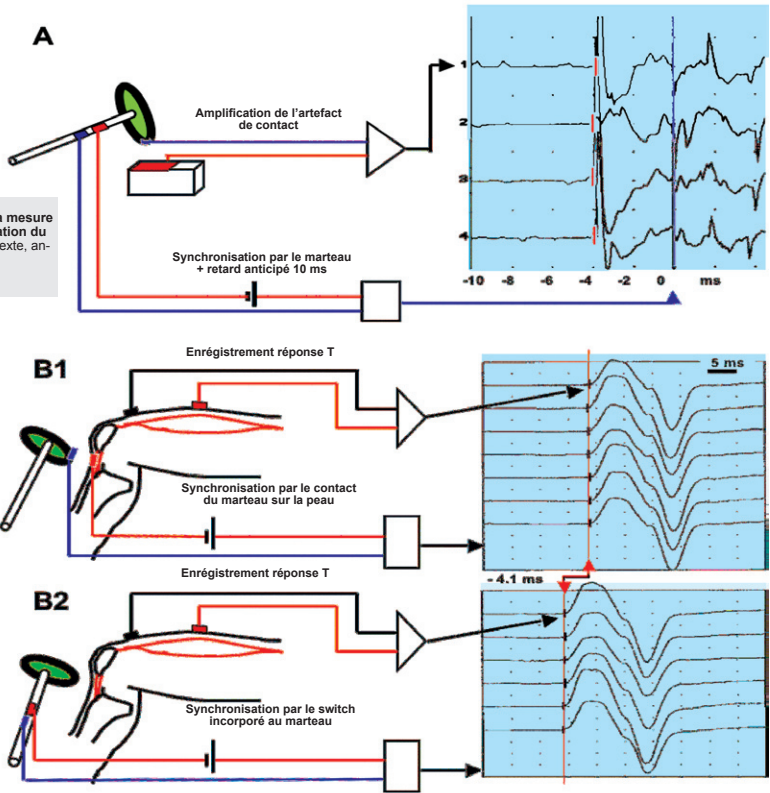
Les **polyneuropathies** sont facilement explorées grâce aux réflexesT :

- on peut évaluer la prédominance proximale ou distale des lésions en comparant les vitesses réflexes T aux vitesses de conduction distales, et l'importance des lésions aux membres supérieurs comparées à celles des membres inférieurs.
- L'effondrement de la réponse T du Soléaire, alors que le réflexe H conserve une amplitude peu altérée, est le meilleur argument en faveur d'une neuropathie axonale avec dégénérescence rétrograde (dying-back neuropathy), comme les polyneuropathies toxiques aiguës provoquées par la vincristine.

### G3 – Lésions médullaires et lésions musculaires :

- Il ne faut jamais oublier que le circuit des réflexes T comporte une synapse médullaire. **Les pathologies centrales** augmentent (hémiplegie spastique, SLA débutante) ou diminuent (myérites) l'amplitude des réponses T. Elles peuvent aussi augmenter modérément la latence des réflexes, en diminuant l'excitabilité des synapses, et en l'absence de toute pathologie périphérique : il faut donc éviter alors de prendre pour une radiculite débutante ces dérégulations centrales.
- Le circuit des réflexes T débute par une stimulation des fuseaux neuro-musculaires et comporte aussi une jonction neuro-musculaire. **Les myopathies** auront donc une influence naturelle sur l'amplitude des réponses, rarement sur les latences.
- Il est enfin possible **d'évaluer la vitesse de conduction des influx sur les fibres musculaires du quadriceps**, vitesse qui diminue en cas de myosite inflammatoire aiguë et dans certaines myopathies dégénératives ou canaliculaires. **La méthode pour mesurer cette vitesse de propagation est largement développée dans un autre document du fichier NPC-ENMG (←2E4)**

Fig 14. Montages pour la mesure du délai de synchronisation du marteau. Se reporter au texte, annexe §H1



## ⌘ H – ANNEXE

### H1 – Mesure du délai de synchronisation du marteau (fig 14)

Entre le moment précis où le marteau frappe le tendon, et le début de la trace sur l'écran, il existe un délai lié à 3 facteurs : 1 – la compliance du caoutchouc qui couvre le marteau ; 2 – l'inertie du capteur (masse mobile ou accéléromètre) incorporé dans le marteau ; - 3 – la sensibilité du circuit de synchro de l'appareil d'emg. Ce délai doit donc être évalué pour le couple marteau + appareil que l'on utilise.

La mesure peut être fournie par le constructeur des 2 appareils. Elle est parfois voisine de zéro, lorsque à la fois l'accéléromètre et le circuit de déclenchement sur l'électromyographe sont très sensibles. ⚠ Elle sera cependant à **contrôler périodiquement**, pour s'assurer qu'il n'existe pas une dérive du délai due au vieillissement des matériels.

Lorsque les constructeurs ne peuvent certifier la valeur de ce délai, il faut **la mesurer en utilisant les méthodes suivantes** :

- Deux pastilles conductrices reliées à une voie d'amplification sont fixées : l'une sur la tête du marteau, l'autre sur un socle solide : le contact des 2 pastilles génère un artefact sur les traces enregistrées en cascade sur l'écran. Dans le même temps, le signal produit par le capteur du marteau (switch ou accéléromètre) commande une ligne à retard négatif qui déclenche les traces (à -10 ms par exemple) avant le contact des pastilles. La fig 15 A montre que dans le cas étudié un délai de 4 ms s'écoule entre le contact des pastilles (début de l'artefact sur les tracés) et le signal de synchronisation provenant du capteur inclus dans le marteau.
- On peut aussi enregistrer directement une réponse T sur un sujet (sur le droit fémoral, par exemple, fig 15 B). Il suffit alors de comparer les latences mesurées lorsque la synchronisation est effectuée à partir du signal fourni par le capteur inclus dans le marteau (B2) ou à partir du contact de 2 pastilles conductrices, fixées sur le marteau et sur le sujet, et qui ferment un contact au moment précis du choc du marteau sur le tendon (B1).



 **I : SOURCES DOCUMENTAIRES:**

- Delwaide P, Toulouse P : Facilitation of monosynaptic reflexes by voluntary contraction.... Brain, 1981; 104: 701-2.
- De Weerd A, Jonkman E : Measurement of knee tendon reflex latencies in lumbar radicular syndromes. Eur. Neurol., 1986; 25: 304-8.
- Eisengart M : Reflex arc latency measurement in newborn infants and children. Pediatrics, 1970; 46: 28-31.
- Frijns C. et al : Normal values of patellar and ankle tendon reflex latencies. Clin. Neurol. Neurosurg., 1997; 99 : 31-6.
- Guihèneuc P : The use of monosynaptic reflex responses in man...in Desmedt J : Motor control mechanisms in health and diseases, Raven Press, 1983; pp 927-49.
- Guihèneuc P. et al : Early phase of Vincristine neuropathy in man ...J.Neurol. Sci, 1980, 45 : 355-66.
- Guihèneuc P, et al : Quadriceps and soleus T reflexes in children : methods, normal data, applications. Proc Congr. Electromyography in children, Paris, 2001.
- Husemann U, Behse F. : Patellarsehnenreflexzeit bei kontrollpersonen, spastizität, radikularen syndrmen, und neuropathien. Z.EEG-EMG., 1993; 24 : 280-5.
- Kuruoglu R., Oh S. : Quantitation of tendon reflexes in normal volunteers. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 1993, 33 : 347-51.
- Kuruoglu R., Oh S. : Tendon reflex testing in chronic demyelinating polyneuropathy. Muscle Nerve, 1994; 17 : 145-50.
- Malcolm D. : Methods of measuring reflex times applied in sciatica and other conditions due to nerve root compression. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr., 1951, 14 : 15-24.
- Ogawa Y. et al. : Latency of the achilles tendon reflex for detection of reduced functions ... Brit. J. Int. Med., 1993; 50: 229-33.
- Pereon Y. et al. : Enregistrement électrophysiologique des réflexes ostéo-tendineux .... Neurophysiol. Clin., 2004, 34 : 131-9
- Rico RE, Jonkman E.J. : Measurement of the achilles tendon reflex for the diagnosis ... J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 1988; 45: 791-815.
- Schott K. et al. : T-wave response: a sensitive test for latent alcoholic polyneuropathy. Addict Biol. 2002, 7 : 315-9.
- Schneider J., et al. : Influence of tissue inhomogeneities on noninvasive muscle fiber conduction velocity measurements .... IEEE Trans Biomed Eng. 1991, 38 : 851-860.
- Stakenburg M. : A reflex hammer for accurate measurement of reflex latency. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1979, 46 : 613-4.
- Stam J., Tan K. : Tendon reflex variability and method of stimulation. . Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1987, 67 : 463-7.
- Stam J., Van Crevel H. : Measurement of tendon reflexes by surface electromyography in normal subjects. J. Neurol., 1989, 236 : 231-7.
- Stam J., Van Crevel H. : Reliability of the clinical and electromyographic examination of tendon reflexes. J. Neurol, 1990; 237: 427-31.
- Struys M. et al. : measurement of patellar and ankle tendon reflexes in normal subjects. Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 1997 ; 37 : 13-8.
- Uysal H., et al. : Reproducibility of tendon jerk reflexes during a voluntary contraction. Clin. Neurophysiol., 1999, 110 : 1481-1487.
- Yaar I., Niles L. : Muscle fiber conduction velocity : dip analysis versus cross correlation techniques. Electromyogr Clin Neurophysiol. 1991, 31: 473-482.
- Zabelis T. et al. : The tendon reflexes in the electrodiagnosis of sciatica. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 1995 ; 35: 75-80.

