

Myographe pour l'étude de la période latente

PAR

LÉON FREDERICQ.

Professeur à l'Université de Liège.

(Laboratoire de physiologie de l'Université de Liège.)

La détermination exacte de la durée de la période latente (*Latenzstadium*) de la contraction musculaire présente une importance capitale au point de vue de la physiologie générale des muscles et des nerfs. En France, la plupart des physiologistes ont, à l'exemple de Marey, appliqué le cylindre enregistreur à mouvement rapide, aux études myographiques. On peut faire à ce mode opératoire un reproche sérieux. La vitesse de translation de la surface qui reçoit le graphique de contraction est manifestement insuffisante dans beaucoup de cas : avec le cylindre de Marey, la longueur du papier qui correspond au temps qu'il s'agit de mesurer (moins de $\frac{1}{100}$ de seconde) ne dépasse pas 2 ou 3 millimètres. L'inconvénient qui résulte de ces dimensions exigües, se trouve, il est vrai, racheté en partie par la netteté avec laquelle on peut déterminer la fin de la période en question. Grâce à la longueur du levier enregistreur, le graphique se trouve considérablement amplifié et la courbe qui indique la fin de la période latente, se détache brusquement de l'abscisse horizontale et monte rapidement. On peut d'ailleurs, en plaçant le levier obliquement, déformer le graphique, exagérer le bénéfice

et obtenir des courbes se détachant presque à angle droit de l'abscisse (voir fig. 4).

L'inconvénient signalé plus haut n'existe pas dans les myographes allemands, notamment dans celui de du Bois-Reymond, le meilleur et le plus fréquemment employé. La vitesse de translation y est considérable et les dimensions du graphique amplement suffisantes. Mais ici, le mouvement du muscle se trouve à peine amplifié sur le graphique. La courbe de contraction se détache assez obliquement de l'abscisse : son début qui marque la fin de la période latente est toujours entouré d'une certaine incertitude.

L'appareil dont je présente la description est destiné à réunir les avantages du myographe de du Bois-Reymond et de celui de Marey, au point de vue de la mesure de la période latente de la contraction musculaire.

Ce n'est autre que l'instrument dont nous nous servîmes, G. Vandeveldé et moi, pour les recherches sur les nerfs et les muscles du Homard, recherches que nous poursuivîmes à Roscoff pendant l'été de 1879. (Voir : *Sur la vitesse de transmission de l'excitation motrice dans les nerfs du Homard*, ARCHIVES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE, tome VIII, p. 513). Je l'ai complété et amélioré.

La disposition de la tablette qui porte le muscle, le style écrivant et ses accessoires, est empruntée au myographe de Marey. Par contre, l'appareil récepteur du graphique présente beaucoup d'analogie avec la partie correspondante du myographe à ressort de du Bois-Reymond. Mon myographe est donc plutôt une combinaison d'organes empruntés aux myographes français et allemands qu'un instrument nouveau.

L'appareil comprend trois parties distinctes :

- 1° La tablette portant le muscle, l'excitateur et les organes qui servent à mettre en mouvement le style écrivant.
- 2° La plaque enfumée et les fils d'acier qui la guident dans sa course, ainsi que l'organe propulseur de la plaque.
- 3° Le contact électrique dont la rupture (produite pendant la course de la plaque) provoquera l'excitation et la contraction du muscle.

Ces trois parties sont fixées solidement sur une planche de chêne de 60 centimètres de long sur 17 de large. Je les décrirai successivement en supposant l'appareil placé comme dans la figure 1 qui le représente vu de côté. La figure 2 est demi-schématique et destinée à indiquer la disposition générale des expériences.

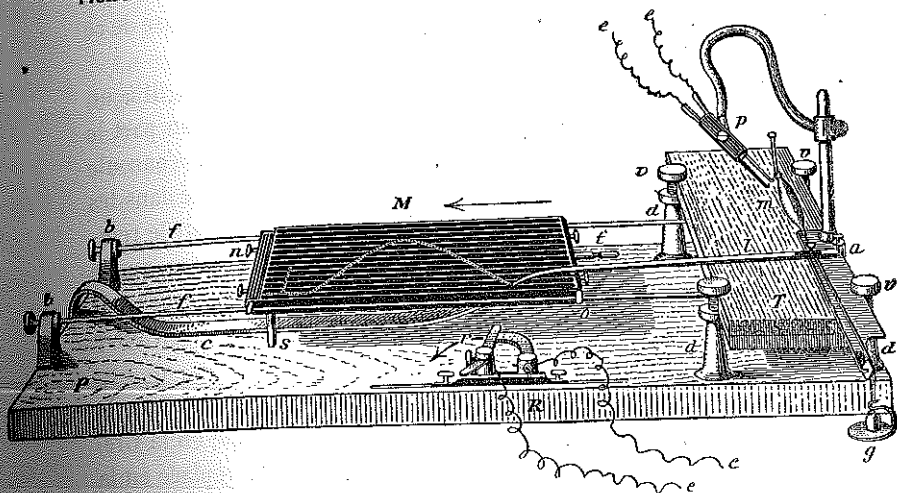


FIG. 1. Myographe pour l'étude de la période latente.

T Tablette de bois doublée de liège, fixée par les vis *vv* sur les colonnettes *dd*; *m* muscle actionnant le levier myographique *l* mobile autour d'un axe *a* et tendu par le poids *g*; *d* roulette pour le fil qui va du levier *l* au poids *g*; *p* pince électrique.

M Cadre métallique portant une glace enfumée, glissant sur les fils d'acier *ff* par la traction de la bande en caoutchouc *c*; *nn*, vis qui fixent la glace; *t* tige servant à arrêter la plaque *M*, à droite sous la tablette *T*; *s* saillie destinée à accrocher la pièce mobile *r*.

R contact électrique rompu pendant la course de la plaque.

1° La tablette *T* portant le muscle ou la Grenouille est construite sur le modèle des myographes de Marey. Elle est supportée par quatre colonnettes de laiton (*dd*) sur lesquelles elle se fixe au moyen des vis de pression (*vv*). Elle est formée d'une lame de liège fin collée sur une planchette de bois. Le levier myographique (*l*) en jonc avec pointe en baleine, ou entièrement en verre, dont l'axe de rotation se voit en (*a*), doit avoir une longueur assez grande (20 centimètres et plus).

Le mouvement du muscle se trouve ainsi considérablement

amplifié sur le graphique. La déformation de la courbe qui en est le résultat n'a évidemment aucune influence sur la longueur de la période latente qu'il s'agit surtout de mesurer exactement. Il y a même avantage à déformer encore plus le tracé du muscle, en plaçant le levier obliquement par rapport à l'abscisse horizontale. De cette façon le début de la courbe fait un angle moins aigu avec l'abscisse, ce qui facilite la détermination précise de ce début (voir sur la figure 2 la position du levier).

Le tendon du muscle se fixe par un crochet et un fil à un petit bouton situé près de l'axe du levier. De ce bouton part le fil que tend le plateau de balance et le poids (*g*). Ce fil s'enroule sur une petite roue à gorge. L'excitateur (*p*) représenté dans les figures 1 et 2 est également emprunté à Marey. On peut le remplacer par des électrodes impolarisables ou n'importe quelle autre forme d'électrodes. Les électrodes et le muscle peuvent être protégés contre l'évaporation par une petite cage en verre qui n'est pas représentée dans les figures.

La planchette T est entièrement mobile: on peut la retirer du myographe pour y attacher tout à son aise le muscle ou la Grenouille; puis, cette opération terminée, on l'y replace en la fixant au moyen des vis (*v v*).

2° Le cadre (en bois et métal) (M) destiné à recueillir le graphique reçoit une plaque de verre enfumée de 23 centimètres de long sur 8 de large. La glace sur laquelle écrit le muscle présente donc une surface beaucoup plus étendue que dans le myographe de du Bois-Reymond. Si on la recouvre d'un papier glacé, convenablement enfumé, le trait blanc que trace le levier pendant la contraction du muscle se verra à plusieurs mètres de distance. Sous cette forme l'appareil se prête fort bien à la démonstration devant un auditoire peu nombreux. La glace se fixe sur le cadre par deux gouttières métalliques qui la saisissent à ses extrémités. On serre le tout contre le cadre métallique par quatre petites vis (*n n*).

Le cadre mobile garni de la glace enfumée est guidé dans son mouvement de translation de droite à gauche par les fils d'acier

(*ff*) qui passent, à travers quatre petits œillets (*o o*), deux de chaque côté, ménagés sur ses côtés. Ces fils d'acier sont maintenus tendus au moyen de vis entre les bornes (*b b*) (du côté droit de la figure 1, ces bornes sont cachées par la tablette qui porte le muscle). Contre les bornes (*b b*) (à gauche de la figure 1), ces fils sont garnis d'une rondelle de caoutchouc destinée à amortir le choc quand la plaque M vient butter contre elles.

Le cadre M porte en dessous près de son extrémité antérieure (à gauche fig. 1) une saillie en forme de tige verticale (*s*). C'est cette saillie (*s*) qui vient accrocher la pièce mobile (*r*) du contact électrique R pendant que la plaque est chassée suivant les fils d'acier dans la direction de droite à gauche ←, et qui produit ainsi la rupture du courant (*e e*) de la pile E qui va à la bobine primaire A du chariot de du Bois-Reymond. (Voir fig. 2).

La bande en caoutchouc (*c*) remplace le ressort du myographe de du Bois-Reymond comme organe propulseur de la plaque : elle est fixée d'une part d'une façon immobile (1) à gauche à la planche de chêne, au milieu du bord gauche, de l'autre à la face inférieure, extrémité droite du cadre mobile. Si l'on pousse le cadre M vers la droite, on tend la bande de caoutchouc : dès qu'on ne le retient plus, l'élasticité de la bande de caoutchouc le chasse de droite à gauche avec une vitesse fort grande, d'abord croissante, puis décroissante.

Pour faciliter cette manœuvre et maintenir le cadre sur la droite, prêt à partir avant chaque expérience, ce dernier porte, comme dans l'instrument de du Bois-Reymond, au milieu de son bord postérieur une petite tige horizontale (*t* fig. 1) à la surface de laquelle se voit une rainure circulaire. Cette rainure circulaire est destinée à être prise par le bord tranchant d'une lame

(1) La façon dont la bande de caoutchouc est fixée à gauche à la planche de chêne permet de varier sa longueur et par conséquent de varier son degré de tension et la vitesse qu'elle imprime à la plaque mobile. Elle est simplement serrée au moyen de vis entre deux petites plaques de métal.

métallique élastique (cachée dans la figure) chaque fois que l'on pousse la plaque jusqu'au bout, à droite. La bande de caoutchouc est alors tendue au maximum. Pour opérer le déclenchement et permettre à la plaque d'exécuter son mouvement de translation de droite à gauche, il suffit d'exercer une légère pression sur la lame métallique élastique.

La saillie (*s*), avons-nous dit, est destinée à venir accrocher la pièce (*r*) du contact électrique; il nous reste à parler de celui-ci.

5° Le contact électrique R est en tout pareil à celui du myographe de du Bois-Reymond. Quand la pièce mobile (*r*) vient à être accrochée par la saillie (*s*), la continuité métallique se trouve interrompue entre les deux bornes auxquelles aboutissent les fils (*e e*) qui viennent de la pile E, et de la bobine primaire A du chariot de du Bois-Reymond (voir fig. 2). A cette rupture du courant de la bobine primaire correspond un choc d'induction de la bobine secondaire B, choc d'induction que l'on peut à volonté intercepter par la clef C ou conduire au muscle par les fils (*é é*) et la pince électrique (*p*).

La plaque de caoutchouc durci qui porte le contact électrique peut se fixer à différents niveaux suivant une fente qui se voit sur la figure 1.

L'appareil que je viens de décrire peut servir de myographe double: on superpose alors deux leviers inscripteurs qui tracent simultanément les graphiques de deux muscles. On peut également en employant deux contacts électriques (comme le montre la figure 2) s'arranger de façon à ce que la plaque, dans sa course, les interrompe successivement et soumettre ainsi le muscle ou le nerf à deux excitations plus ou moins rapprochées. Enfin on peut augmenter ou diminuer la vitesse de la plaque mobile en variant la longueur de la bande en caoutchouc.

Les instruments que mon mécanicien, M. Bouquette, a construits pour les laboratoires de physiologie de Gand, Bruxelles et Liège portent chacun les deux contacts électriques et les deux leviers myographiques.

La figure 2 représente d'une façon demi-schématique la dispo-

sition du myographe prêt à fonctionner, de la pile et du chariot de du Bois-Reymond.

Les graphiques fournis par cet appareil ne laissent rien à désirer comme exactitude et comme netteté. Quoique la plaque soit mue par une simple bande de caoutchouc, la régularité de sa marche est des plus satisfaisantes : les différents graphiques se correspondent exactement. Il n'est donc pas nécessaire d'inscrire le temps à chaque excursion de la plaque. On peut au commencement et à la fin de chaque série d'expériences prendre un graphique du temps en centièmes de secondes, à l'aide du signal Marcel Desprèz et d'un diapason interrupteur du courant électrique, exécutant 100, 200 vibrations doubles à la seconde. La plume du chronographe se mettra exactement au même niveau que la pointe du levier myographique.

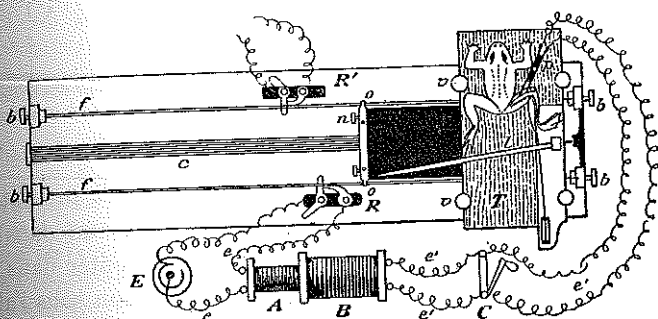


FIG. 2. Schéma du myographe disposé pour une expérience.

T Tablette fixée par les vis *v v*; *l* levier myographique; *p* pince électrique.
 M Cadre métallique glissant par les œillets *o o*, sur les fils d'acier *f f*; *b b* bornes de laiton auxquelles se rendent les fils d'acier; *c* bande de caoutchouc.
 R et R', contacts électriques; E pile électrique; A bobine primaire; B bobine secondaire de l'appareil d'induction à glissière; C clef électrique; *e e'* fils qui chassent le choc d'induction dans le nerf ou le muscle.

La figure 3 reproduit une série de ces courbes myographiques papier bien lisse (papier porcelaine) légèrement enfumé au préalable et destiné à recueillir les graphiques de contraction.

dans la partie qui correspond à la période d'énergie latente et au début de celle d'énergie croissante.

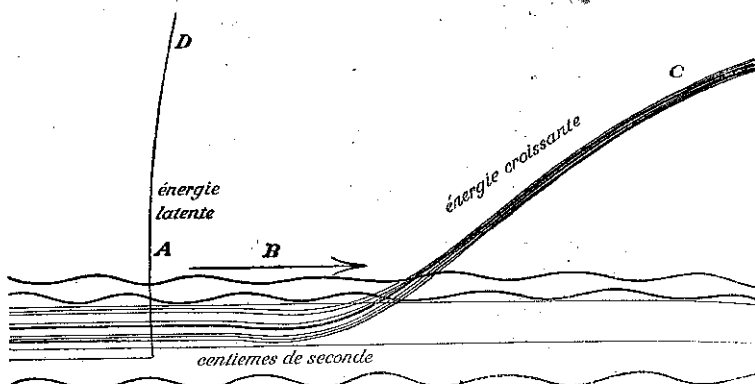


FIG. 3. — Graphiques de dix secousses musculaires de gastrocnémien de Grenouille. (Reproduction d'une photographie d'après des graphiques pris sur glace enfumée.)

AB période d'énergie latente; BC période d'énergie croissante. Le trait AD est tracé par le muscle, la pièce *s* touchant le contact *r*, la plaque myographique au repos (voir fig. 1). (Muscle irrité par l'intermédiaire du nerf sciatique. Centièmes de seconde).

On y voit un détail qui n'a pas été signalé jusqu'à présent, à ma connaissance (1). Chaque graphique, horizontal dans la période d'énergie latente, présente, avant de remonter dans la période d'énergie croissante, une légère incurvation sous l'abscisse. Ce serait l'indice d'un allongement du muscle précédant immédiatement son raccourcissement. Comme ce phénomène de l'allongement est peu marqué (ordinairement moins que dans les graphiques de la figure 3), il faut, pour l'observer, employer un levier amplifiant notablement le graphique. Dans ces conditions l'allongement m'a paru constant: je l'ai également obtenu en faisant écrire le muscle sur le cylindre enregistreur du kymographe de Ludwig, animé de différentes vitesses de translation,

(1) GAD. (*Ueber das Latenzstadium des Muskelelementes*. Archiv f. Physiologie 1880) a décrit un allongement du muscle pendant la période latente, quand on place cet organe dans certaines conditions expérimentales spéciales.

en variant la longueur des leviers, en tendant le muscle tantôt par un poids, tantôt par un ressort, etc. Je crois avoir pris des précautions suffisantes pour éviter les causes d'erreur auxquelles on est exposé en pareil cas. L'explication la plus naturelle de cet allongement léger du muscle à la fin de la période latente me paraît être la suivante: L'extensibilité du muscle (appelée parfois à tort élasticité) augmente, comme on sait, pendant la phase de raccourcissement du muscle: il suffirait d'admettre que cet accroissement d'extensibilité existe déjà pendant la période latente.

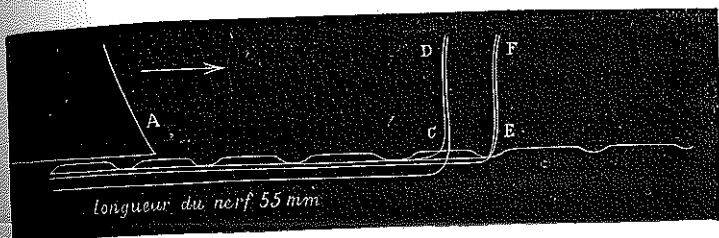


FIG. 4. Graphiques pour la détermination de la vitesse de transmission de l'excitation motrice dans le nerf de la pince du homard.

A moment de l'excitation du nerf.

C D graphique de contraction du muscle fléchisseur du doigt mobile de la pince obtenu par l'excitation du point rapproché du nerf.

E F graphique de contraction par excitation du point éloigné du nerf.

Centièmes de seconde.

L'instrument dont je viens de donner la description est surtout caractérisé — outre la netteté des graphiques dans la période latente — par l'extrême simplicité de son mécanisme et par la facilité de sa fabrication. Celui dont je me suis servi à Roscoff avait été construit entièrement par moi. Deux fils de laiton tendus parallèlement sur une planche de chêne servaient à guider dans son mouvement de translation la planchette correspondant au cadre mobile des figures 1 et 2. Celle-ci offrait latéralement quatre pitons de cuivre dans les œillets desquels passaient les fils de laiton. Sur la planchette mue par une bande de bretelle élastique se fixait à l'aide de punaises un rectangle de

Cet appareil, malgré sa simplicité tout à fait primitive, nous avait fourni une série nombreuse de graphiques irréprochables. Je reproduis ici un exemple des myogrammes ayant servi à déterminer la vitesse de transmission de l'excitation motrice dans le nerf de la pince du Homard (figure 8, page 25, tome I, *Arch. Biologie*).

