

*Bibliothèque numérique*

**medic@**

**Marey, Etienne-Jules. - Nouvelles  
expériences sur la locomotion  
humaine**

*In : Comptes rendus  
hebdomadaires des séances de  
l'Académie des Sciences, 1874,  
79 : 125-128*



**(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)**  
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/hist/med/medica/cote?marey130>

chauffé au rouge, sans toutefois indiquer la formation du toluène. J'ai vérifié le fait, en opérant dans des conditions plus ménagées.

» Pour résumer mes expériences en ce qui touche la génération des trois carbures isomères, anthracène, phénanthrène, tolane :

» 1° Ces trois carbures peuvent être formés avec le toluène;

» 2° Je n'ai réussi par aucune voie à les changer *directement* les uns dans les autres;

» 3° Les trois hydrures isomériques fournissent : le benzyle, du tolane par voie humide, du phénanthrène par voie sèche; le tolyle liquide, de l'anthracène avec une proportion notable de phénanthrène; le benzyltoluène, de l'anthracène avec une trace de phénanthrène. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences sur la locomotion humaine.*

Note de M. MAREY.

« Les frères Weber ont cru que, dans la marche humaine, l'oscillation de la jambe qui se déplace n'était due qu'à l'action de la pesanteur; c'était admettre que le pied exécute un mouvement pendulaire.

» Longtemps cette opinion a régné en Physiologie, mais elle fut combattue dans ces dernières années avec des arguments de différentes natures. Ce fut d'abord M. Duchenne (de Boulogne), qui montra que la jambe n'est pas entièrement passive dans son déplacement, car certaines paralysies musculaires empêchent son oscillation de se produire; M. Giraud-Teulon s'est attaqué à la théorie de Weber en montrant les erreurs mathématiques sur lesquelles elle s'appuie; enfin M. Carlet a déterminé par des expériences le rôle actif de certains muscles dans le déplacement de la jambe pendant la marche.

» Si la pesanteur n'agit pas seule dans l'oscillation de la jambe, il devient impossible de prévoir quel mouvement résultera de sa combinaison avec l'action des muscles. J'ai demandé à la méthode graphique la solution expérimentale de cette question.

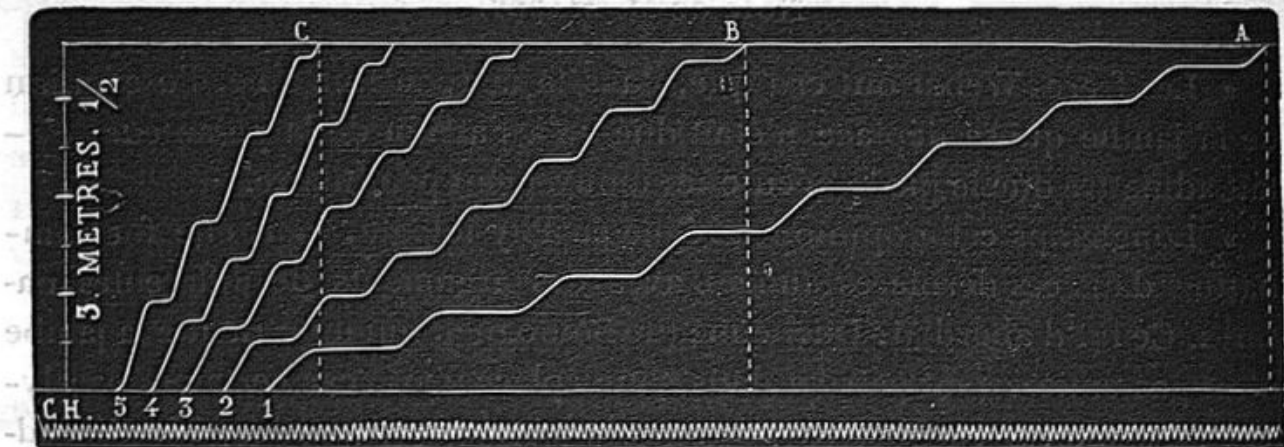
» Lorsqu'un corps se meut, suivant une droite, avec des vitesses variables à chaque instant, il est facile d'inscrire la nature de son mouvement, pourvu que l'espace parcouru ne soit pas trop considérable. Il suffit de relier ce corps, au moyen d'un fil rigide, avec le style écrivant qui frotte sur un cylindre tournant recouvert de papier enfumé. Le style entraîné, parallèlement à l'axe du cylindre, avec des vitesses variables, donnera des courbes sinueuses dont chaque élément indiquera par son inclination la vitesse du mouvement qui l'a produit.



» Mais les mouvements de la marche humaine sont trop étendus pour qu'on puisse les inscrire avec leur grandeur réelle ; j'ai recouru, pour les réduire sans altérer leurs caractères, à l'emploi d'un rouage de compteur. Dans cet appareil, chacun des mobiles engrenant avec un autre mobile dont les dents sont dix fois plus nombreuses, il s'ensuit que le mouvement communiqué au premier axe sera reproduit par le deuxième avec réduction au  $\frac{1}{10}$  ; le troisième axe réduira ce mouvement au  $\frac{1}{100}$ , le quatrième au  $\frac{1}{1000}$ , etc.

» Si l'on attache à son pied un fil qui s'enroule sur une poulie portée par le premier axe du compteur et que, sur le troisième axe, on place une autre poulie dont le fil actionne le style écrivant, on obtiendra des tracés dans lesquels l'espace parcouru par le pied sera réduit au centième de son étendue réelle.

Fig. 1.



» La fig. 1 montre cinq tracés recueillis avec des allures d'inégales vitesses : A correspond à la marche la plus lente ; B, à la marche ordinaire ; C, à la course rapide ; les autres courbes sont obtenues avec des courses de moindre vitesse.

» Dans ces courbes, les abscisses correspondent aux temps, les ordonnées aux espaces parcourus. Un chronographe CH inscrivant le  $\frac{1}{10}$  de seconde permet de mesurer la durée absolue de chacun des éléments de la courbe, tandis que les espaces parcourus, réduits au  $\frac{1}{100}$  par l'instrument lui-même, donnent 1 centimètre de tracé pour 1 mètre de chemin effectué,

» Tout ce qui est relatif au transport du pied dans la marche est exprimé sur cette figure.

» 1. *Vitesse de l'allure.* — Elle est exprimée par l'inclinaison générale de la courbe ou par le rapport qui existe entre les ordonnées et les abscisses. Comme les différents tracés rassemblés sur la figure correspondent



à un même espace ( $3^m, 50$ ) parcouru en des temps variables, c'est le rapport des temps employés pour le parcourir qui fera connaître la vitesse à diverses allures. Si l'on compte, à l'aide du chronographe, le temps écoulé entre l'origine de chaque courbe et son point d'arrivée projeté sur l'axe des  $x$ , on aura la mesure de ce temps. Ainsi, pour la marche lente de 1 en A, on compte treize secondes ; pour la marche plus rapide de 2 en B, on en compte six et demie ; enfin pour la course de 5 en C, deux secondes seulement.

» 2. *Alternatives du repos et du mouvement du pied.* — Il est clair que partout où les tracés montrent une ligne horizontale, ces temps correspondent à l'appui du pied sur le sol et à son immobilité, puisque l'espace parcouru est nul. La durée de ces appuis décroît, comme on le voit, à mesure que l'allure s'accélère. Le temps pendant lequel le pied se déplace est indiqué par une ligne oblique dont la projection sur les ordonnées croît d'autant plus que l'allure est plus rapide. Cela prouve que la longueur du pas augmente en raison de la vitesse de l'allure.

» On pourrait estimer avec précision le rapport de la vitesse à l'étendue du pas, les variations relatives de la durée des repos et des mouvements du pied, etc. ; mais je ne saurais ici m'appesantir sur ces détails ; le point essentiel à déterminer est le suivant.

3. *Nature du mouvement de translation du pied.* — Ce mouvement se traduit presque dans son entier par une ligne droite ; il est donc uniforme pendant presque toute la durée ; les inflexions de la ligne au commencement et à la fin annoncent que, dans les allures rapides surtout, le mouvement du pied commence et finit par de courtes périodes de vitesse variable. On voit combien il s'en faut que l'oscillation de la jambe soit analogue à celle d'un pendule.

» Mais il ne faudrait pas attribuer exclusivement à l'action des muscles de la jambe cette uniformité du transport du pied. On sait en effet que, dans ce transport, deux causes distinctes interviennent :

- » 1° Le mouvement angulaire que la jambe exécute autour du bassin ;
- » 2° Le transport horizontal du bassin lui-même, c'est-à-dire du point de suspension de la jambe pendant qu'elle oscille.

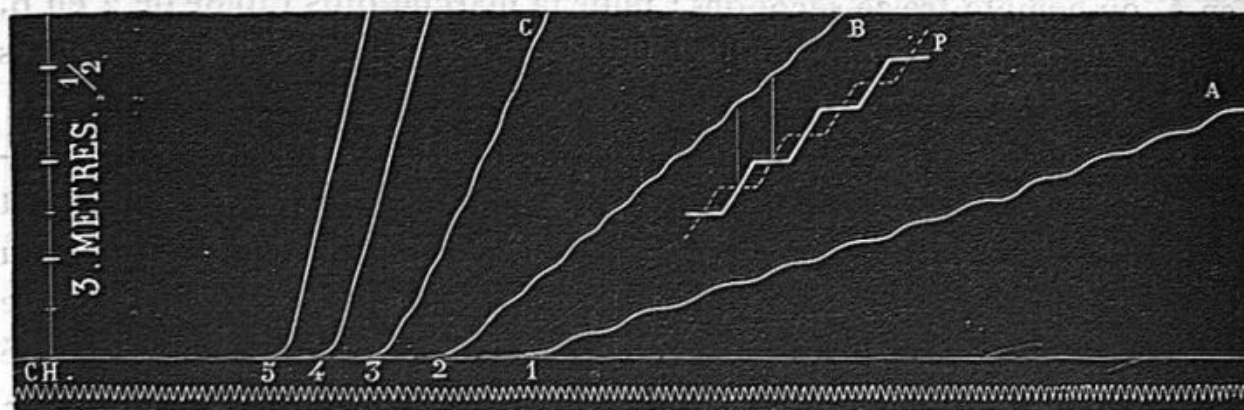
» On conçoit que, par la combinaison de ces deux influences, le mouvement du pied tende à l'uniformité ; cela arrivera si les minima de vitesse du premier genre de mouvement correspondent avec les maxima du second. Il devenait donc très-intéressant de déterminer quel est le mouvement de translation du tronc à diverses allures.



» L'appareil ci-dessus décrit m'a servi à cette détermination :

» Une corde attachée à la ceinture transmettait à l'enregistreur le mouvement de transport du tronc. En opérant successivement à différentes allures, on obtient la figure suivante, dont l'analyse donne des résultats assez intéressants.

Fig. 2.



» Les ondulations sont beaucoup plus fortes dans les cas où la marche est très-lente que dans ceux où elle est plus rapide. Ainsi le mouvement de translation du corps s'uniformise par l'effet de sa vitesse. C'est l'inverse de ce qui arrive pour les oscillations verticales du corps qui croissent en raison de la vitesse de la progression et avec la longueur du pas.

» Le nombre des saccades est double de celui des mouvements d'un seul pied dont la *fig. 1* représentait les caractères. Cela se comprend aisément, puisque les deux pieds, répétant les mêmes actes, viennent tour à tour imprimer au corps une nouvelle impulsion.

» Pour faire comprendre cette action, on a tracé parallèlement à la ligne 2 les courbes P des mouvements du pied droit et du pied gauche. Ces courbes, dont l'une est ponctuée et l'autre pleine, se reconnaissent facilement comme semblables à celles de la ligne 2B (*fig. 1*). Enfin, en observant la superposition des différentes parties de ces courbes avec les ondulations de la courbe de translation, on voit que le corps reçoit un surcroît de vitesse vers le milieu de l'appui de chaque pied. Ce fait s'accorde avec les résultats que m'ont fournis des expériences publiées antérieurement.

» J'ajoute, en terminant, que l'un des côtés les plus importants de ces études, c'est précisément la notion qu'elles donnent de la variabilité du mouvement de translation du corps pendant la marche ou la course.

» Dans une autre Note je montrerai les applications qu'on peut tirer de ces études pour la meilleure utilisation du travail des moteurs animés. »