

Bibliothèque numérique

medic@

**Marey, Etienne-Jules ; Bouny. -
Mesure du travail dépensé dans
l'emploi de la bicyclette. Note de M.
Bouny présentée par M. Marey /
Observations de M. Marey au sujet de
cette présentation.**

*In : Comptes rendus
hebdomadaires des séances de
l'Académie des Sciences, 1896,
122 : 1391-1396*



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/hist/med/medica/cote?marey181>

» manière la plus évidente. » M. Bordet ne s'explique pas nettement sur le phénomène qui se passe quand la substance préventive spécifique est en présence de la substance bactéricide non spécifique. Les deux substances ajoutent-elles leur action bactéricide, ou bien la présence de l'une exagère-t-elle l'influence de l'autre, ou bien se forme-t-il une substance nouvelle? Toutefois, il ressort, me semble-t-il, du Mémoire de M. Bordet, que la substance bactéricide est une dans le sang normal et dans le sang des immunisés, que seule l'intensité des effets est différente, et que la différence tient à la présence de la substance préventive dans un cas, à l'absence dans l'autre.

» Pourtant, en comparant le sérum normal à celui de la génisse immunisée, en présence de l'eau distillée, j'ai relevé des différences curieuses. Ainsi, l'eau pure, loin d'empêcher le pouvoir bactéricide du sérum normal de se manifester, l'exalte relativement au bouillon. Le chlorure de sodium, qui fait apparaître le pouvoir bactéricide du sérum immunisé, associé à l'eau pure, est ici à peu près sans influence ainsi que la solution de peptone et le bouillon simple. Quant au chlorure de potassium et au bicarbonate de soude en solution à 7 pour 1000 qui combattent l'action nuisible de l'eau sur la substance bactéricide du sérum immunisé, ils suspendent, au contraire, l'action bactéricide que le sérum normal manifeste en présence de l'eau.

» Ces faits ne sont guère favorables à la conception d'une substance bactéricide unique, répandue et préformée dans le sang des animaux neufs et vaccinés. Ou bien, il faut admettre que le contact de la substance préventive spécifique modifie profondément certaines des propriétés que celle-là possède dans le sang des sujets neufs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

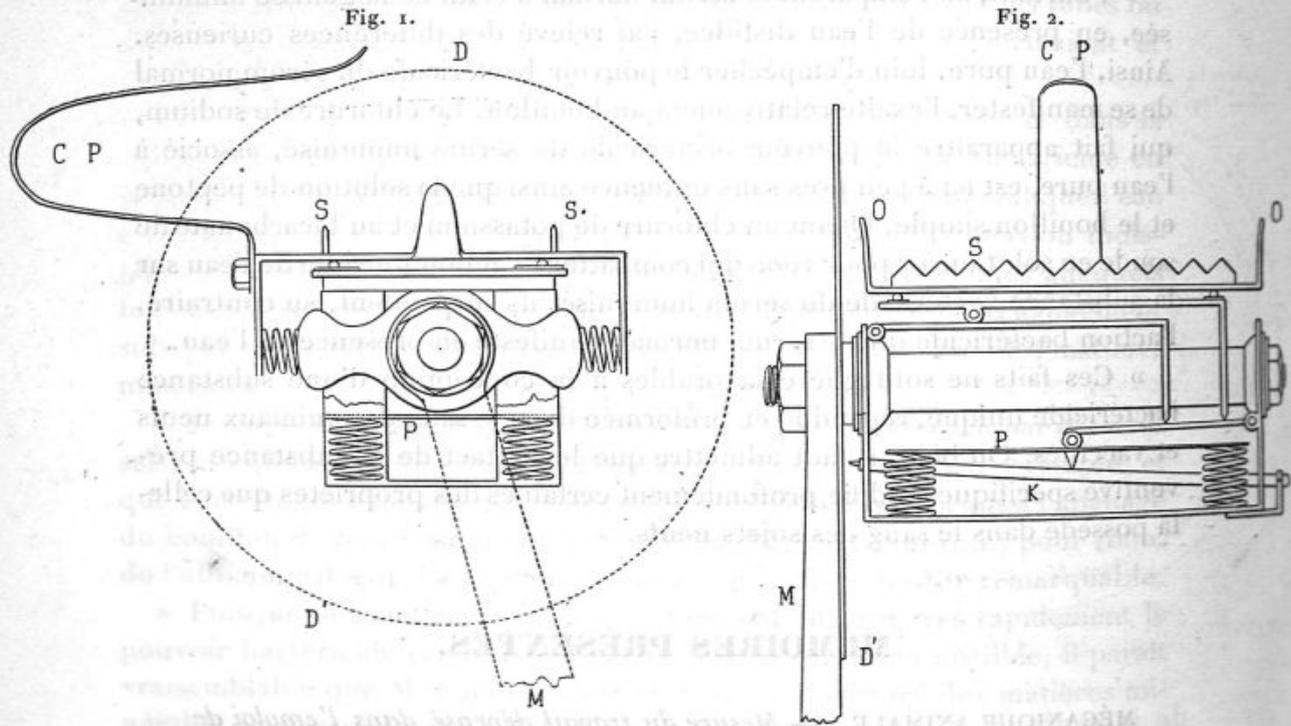
MÉCANIQUE ANIMALE. — *Mesure du travail dépensé dans l'emploi de la bicyclette.* Note de M. **Bouxy**, présentée par M. Marey.

(Renvoi à la Commission du prix Fourneyron.)

« Pour évaluer ce travail, il n'existait, à notre connaissance, que deux appareils de quelque précision : le Cyclographe, décrit par M. Scott dans son Ouvrage (*Cycling Art Energy and Locomotion*, Philadelphie, 1889), et la pédale dynamométrique de MM. Maillard et Bardou. Les indications de ces appareils sont incomplètes; celui de MM. Maillard et Bardou

donne bien, il est vrai, le moment de la composante normale, mais il suppose que le plan de la pédale conserve dans l'espace une direction constante, ce qui n'a jamais lieu. Dans le dispositif primitivement employé par M. Marey, on mesurait non seulement l'effort normal à la pédale F_n , mais encore l'effort parallèle à son plan (effort de glissement) F_g ; l'emploi de la méthode chronophotographique permettait de compléter cette double notion par celle de la position de la pédale et de la manivelle dans l'espace.

» La méthode nous a paru néanmoins devoir être modifiée : la transmission par l'air des indications du dynamomètre a été supprimée et le disque d'inscription DD' (fig. 1 et 2) a été calé sur l'axe même de la pé-



dale, entre le renfort de cet axe et la manivelle M dont il est par conséquent solidaire.

» Cette pédale comprend deux dynamomètres pour la mesure de F_n et F_g ; ils sont constitués, l'un par une bascule de Quintenz, l'autre par un chariot à billes, et leurs styles traceurs traduisent les variations de F_n et F_g suivant deux rayons perpendiculaires du disque (fig. 3).

» Si, la pédale étant en place, la machine avance sans que le pied exerce aucune action motrice, les styles traceront sur le carton spécial qui

recouvre le disque des cercles concentriques. Si, au contraire, le pied agit, ils décriront des courbes fermées dont l'excentricité, mesurée à l'aide d'une graduation empirique, donnera la mesure de l'effort correspondant. Dans ce qui va suivre, nous supposons la pédale montée à gauche; en ce cas, on démontre et nous admettrons que la lecture des courbes se fait dans le sens des aiguilles d'une montre. De plus, en vertu de la disposition des styles, la courbe de F_n retarde de 90° sur celle de F_g .

» La vitesse angulaire avec laquelle sont décrites ces courbes varie pendant un coup de pédale en raison des oscillations de celle-ci. Pour pouvoir rapporter chaque point des courbes dynamométriques à la position réelle

Fig. 3.

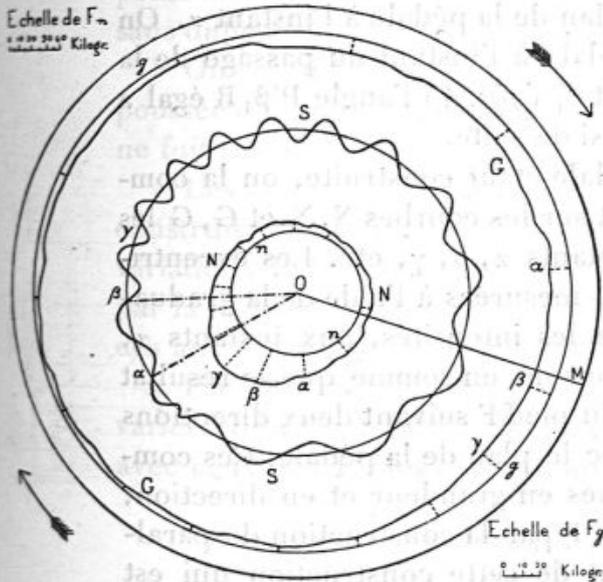
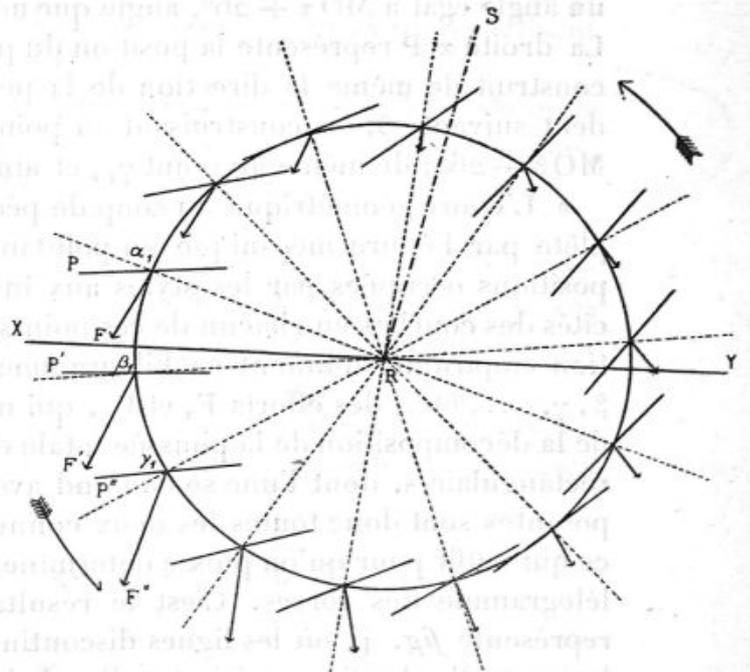


Fig. 4.



de la manivelle dans l'espace, il a fallu pointer sur le disque, par une courbe auxiliaire, les rotations de la manivelle d'un angle constant et connu. Ce pointage se fait à l'aide d'un trembleur pneumatique fixé à la pédale et situé à 26° au-dessous de son plan, trembleur actionné par une came sinueuse calée sur la roue dentée de la bicyclette. Une des dents de la came se distingue des autres par un profil spécial (dent spéciale) et la direction de la manivelle est pointée sur le disque.

» Le carton une fois détaché de la machine offre l'aspect ci-dessus (fig. 3). Soient O le centre du disque, OM la ligne de repère de la mani-

velle, N, N la courbe de F_n et n , n son zéro; G, G la courbe de F_g et g , g son zéro; S, S la courbe de pointage, où la dent spéciale est figurée en α . Le sens de la lecture est celui indiqué par les flèches. Il s'agit de construire l'épure du coup de pédale (*fig. 4*).

» D'un point R d'une droite horizontale XY comme centre, traçons le cercle décrit par la pédale. A l'instant où la dent spéciale passe en regard du galet qui actionne le trembleur, la manivelle occupe une direction connue, déterminée une fois pour toutes, et que nous pouvons figurer en $R\alpha_1$. A cet instant, le style traceur du trembleur pointait sur le disque précisément la dent spéciale α , et le plan de la pédale, qui se trouve à 26° au-dessus, faisait avec la ligne OM (*fig. 3*) et par suite avec la manivelle, un angle égal à $MO\alpha + 26^\circ$, angle que nous portons sur la *fig. 4* en $P\alpha_1R$. La droite α_1P représente la position du plan de la pédale à l'instant α . On construit de même la direction de la pédale à l'instant du passage de la dent suivante β , en construisant au point β_1 (*fig. 4*) l'angle $P'\beta_1R$ égal à $MO\beta + 26^\circ$; de même au point γ_1 , et ainsi de suite.

» L'épure géométrique du coup de pédale étant construite, on la complète par l'épure mécanique en pointant sur les courbes N, N et G, G les positions occupées par les styles aux instants α , β , γ , etc. Les excentricités des courbes en chacun de ces points, mesurées à l'aide de la graduation empirique, donnent en kilogrammes les intensités, aux instants α , β , γ , ..., etc., des efforts F_n et F_g , qui ne sont en somme que le résultat de la décomposition de la poussée totale du pied F suivant deux directions rectangulaires, dont l'une se confond avec le plan de la pédale. Ces composantes sont donc toutes les deux connues en grandeur et en direction, ce qui suffit pour qu'on puisse déterminer F par la construction du parallélogramme des forces. C'est le résultat de cette construction qui est représenté *fig. 4*, où les lignes discontinues représentent les positions de la manivelle, les lignes pleines celles de la pédale, et les flèches la force F en direction et en grandeur, à raison de $0^{mm},5$ par kilogramme. Pour avoir la position de l'articulation de la hanche du sujet, il suffit de porter sur RS prolongé une longueur égale à 132^{mm} .

» Le carton qui a servi de base à cette épure a été pris sur la piste en bois du Vélodrome d'Hiver, à la vitesse de $21^{km},052$ à l'heure; l'embrayage des styles se faisait à volonté, à l'insu du sujet et pendant cinq coups de pédale. Les courbes des coups de pédale successifs n'étant pas superposables, nous en avons pris la moyenne. Cette divergence des coups de pédale successifs nous a paru en rapport avec l'état d'entraînement du sujet.

» Une constatation intéressante résulte de l'inspection de la *fig. 4* ; c'est que l'action du pied est positive pendant plus d'une demi-révolution des pédales, et que, par conséquent, l'ensemble mécanique constitué par le membre inférieur du cycliste et la manivelle ne possède pas nécessairement de point mort. Ce fait n'avait pas échappé à M. Scott, et il est curieux de constater que les théoriciens qui ont suivi M. Scott l'ont presque tous méconnu. On admet souvent, sans démonstration, que la poussée du pied se fait, soit normalement à la pédale, soit suivant la direction de la jambe, soit suivant la droite qui joint l'articulation de la hanche à la pédale ; on peut constater sur la *fig. 4* qu'aucune de ces hypothèses ne correspond à la réalité, et qu'il est parfaitement possible de pédaler sans point mort, ce que tous les coureurs et tous les cyclistes exercés réalisent sans difficulté, grâce à l'emploi de la rattrape.

» On remarquera, en outre, que pendant la remontée de la pédale, la poussée du pied n'est pas nulle ; le pied, peu sensible aux petites pressions, ne fuit pas assez vite devant la pédale, d'où un certain travail négatif.

» Les épures analogues à la *fig. 4* permettent d'évaluer le travail en construisant, par rapport à deux coordonnées rectangulaires, la courbe des variations de la composante utile de F en fonction des chemins parcourus par la pédale. Les travaux positifs et négatifs sont alors représentés par des aires dont il suffit de faire la somme algébrique.

» Par ce procédé, nous avons obtenu, pour le travail, à des vitesses variées de 18^{km} à 36^{km} à l'heure, des chiffres qui concordent assez bien avec ceux des Tables de M. Bourlet.

Travail par coup de pédale en fonction de la vitesse.

| Kilomètres à l'heure. | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|--------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| Travail calculé d'apr. { | 3 ^{kgm} ,88 | 4,10 | 4,32 | 4,57 | 4,82 | 5,07 | 5,40 | 5,74 | 6,00 |
| Bourlet..... { | 6 ^{kgm} ,33 | 6,67 | 7,01 | 7,38 | 7,89 | 8,14 | 8,59 | 8,97 | 9,33 |
| Travail mesuré..... { | 2 ^{kgm} ,9 | 3,50 | 4,10 | 4,70 | 5,20 | 5,65 | 6,10 | 6,50 | 6,90 |
| | 7 ^{kgm} ,25 | 7,57 | 7,85 | 8,1 | 8,35 | 8,57 | 8,75 | 8,94 | 9,13 |

M. MAREY fait suivre cette présentation des observations suivantes :

« A la suite d'une discussion à l'Académie de Médecine relative à l'emploi de la bicyclette, j'ai été chargé d'étudier à la Station physiologique le travail mécanique dépensé dans ce mode de locomotion et les meilleures

conditions de l'emploi des forces de l'homme. J'ai construit à cet effet un appareil inscripteur des efforts aux différentes phases du parcours de la manivelle. L'appareil donnait ainsi la mesure du travail pour chaque coup de pédale. M. Bouny s'est chargé de poursuivre les expériences et de modifier suivant les besoins la construction de l'appareil; je l'ai autorisé à extraire du travail d'ensemble, destiné à l'Académie de Médecine, la partie relative au dispositif expérimental, dont on vient de voir la description sommaire.

» Je tiens à dire que M. Bouny a eu dans ces études une part personnelle considérable, qu'il a transformé d'une façon très ingénieuse les appareils mis à sa disposition, et qu'en particulier c'est entièrement à lui qu'est due la manière d'inscrire, à côté des courbes dynamométriques, l'indication des changements d'inclinaison de la pédale; il y est arrivé par une combinaison mécanique très ingénieuse. »

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « La région de la brèche du Chablais (Haute-Savoie) », par M. *Maurice Lugeon*. (Tome VII du « Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines ».) (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces apsidales.* Note de M. **A. MANNHEIM**.

« Cette courte Note a surtout pour objet de rectifier une erreur assez répandue.

» Rappelons d'abord, d'après Mac-Cullagh, comment on construit la surface apsidale d'une surface donnée.

» Par un point fixe o , on mène un plan normal à une surface donnée $[m]$ en un point m de cette surface. Dans ce plan, on élève du point o une perpendiculaire à om , et l'on porte sur cette droite le segment om_1 égal à om .

» Lorsqu'on fait varier la position du point m sur $[m]$, le point m_1 se déplace sur une surface $[m_1]$, qui est la surface apsidale de $[m]$.