

quand les instruments sont fixes. Les tracés de toutes les plumes doivent alors se confondre en une seule ligne.

Ce réglage est difficile à faire à la main : aussi les bons instruments portent-ils une vis (fig. 10) permettant d'avancer et de reculer la plume suivant les besoins.

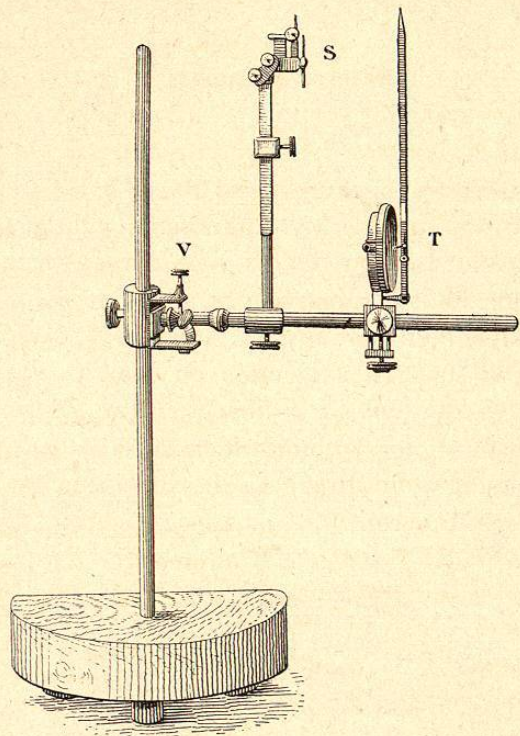


Fig. 11. — Support, dont la vis V permet de déplacer simultanément plusieurs instruments enregistreurs (ici un tambour T et un signal S).

Quand les tracés sont pris, il est souvent commode de pouvoir relever en bloc tous les instruments, sans déranger le réglage préalable; on y arrive en munissant la tige horizontale qui porte ces instruments d'une vis qui la fait basculer en les entraînant dans leur ensemble. Pour prendre de nouveaux tracés, on n'a qu'à tourner cette vis en sens inverse et on ramène tous les instruments, d'un coup, en contact avec le cylindre (fig. 11).

## TROISIÈME LEÇON

### Mesure du temps.

Si le cylindre enregistreur tournait avec une vitesse absolument régulière et uniforme et s'il accomplissait sa rotation dans un temps bien déterminé, il serait inutile de prendre des graphiques spéciaux du temps.

En effet, supposons un cylindre qui effectue un tour complet en une minute et qui possède une vitesse rigoureusement uniforme : chaque fois qu'il aura accompli un soixantième de tour, il se sera écoulé une seconde. Il suffirait donc de diviser la bande de papier déroulé en soixante parties égales, pour tracer des traits dont la distance comptée sur la ligne des abscisses représenterait un espace de temps de la durée d'une seconde.

De même, si le cylindre tournait à la vitesse d'un tour à la seconde, il suffirait de diviser la bande de papier en cent parties égales pour avoir ainsi les  $\frac{1}{100^e}$  de seconde.

Malheureusement, il n'en est pas ainsi : 1° le cylindre ne tourne pas d'une façon absolument uniforme; 2° il n'accomplit pas toujours sa rotation en une de nos unités de temps, minute, seconde, etc. Il en résulte que, lorsqu'on prend le graphique d'un phénomène et qu'on veut avoir sa durée, il faut simultanément enregistrer le temps. La projection de la courbe sur la ligne des temps mesurera cette durée.

Nous avons vu que la durée des phénomènes physio-



logiques que l'on enregistre est extrêmement variable.

Les uns s'écoulent dans un espace de temps de plusieurs secondes, les autres durent une fraction de seconde seulement. Pratiquement, on doit pouvoir enregistrer la seconde, la demi-seconde, le centième de seconde.

Les deux premiers temps s'enregistrent à l'aide du *métronome enregistreur*, le troisième à l'aide d'un diapason chronographe associé à un *signal de Depretz*.

**MÉTRONOME ENREGISTREUR.** — Le métronome est construit sur le même plan que l'appareil qui sert aux musiciens, c'est-à-dire qu'il consiste essentiellement

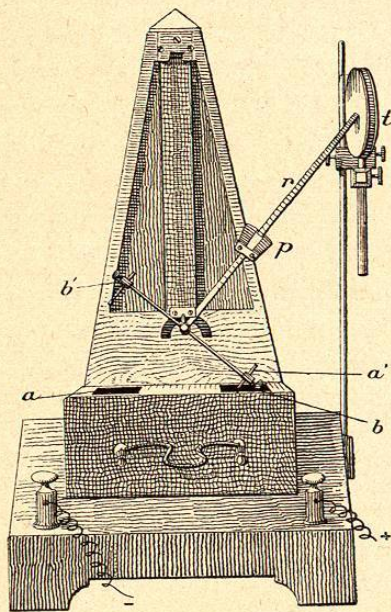


FIG. 12. — Métronome enregistreur: *t*, tambour que la tige *r* munie de la masse mobile *p* peut venir frapper à chaque oscillation double; *b b'*, pointes de platine qui, venant plonger alternativement dans les cuves *a* et *a'* pleines de mercure, peuvent établir par ce contact un circuit électrique.

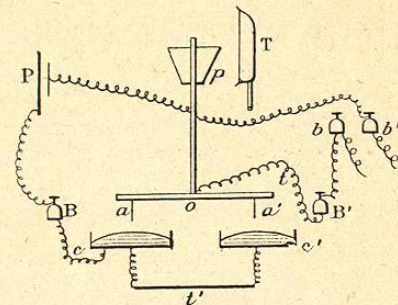
en un pendule renversé dont les durées d'oscillation sont variables par suite du déplacement d'une masse pesante pouvant glisser le long de la tige du pendule. Il en diffère en ce que les oscillations peuvent être enregistrées à l'aide d'une transmission spéciale, soit à air, soit électrique (fig. 12). La *transmission à air* se fait d'une façon extrêmement simple. Sur un côté du métronome est placé un tambour *T* que l'extrémité du pendule vient frapper à chaque oscillation double.

Le tambour est relié par un tube de caoutchouc à un tambour enregistreur. Chaque fois que le premier est

frappé, la plume du second tambour est déviée et vient marquer un trait sur la surface du cylindre.

La *transmission électrique* est moins simple (fig. 13). Le pendule *p* porte à sa base, près du point d'oscillation *o*,

une barre transversale *t* à laquelle peuvent être fixées deux pointes de platine *aa'*. Dans les mouvements d'oscillation du pendule, ces pointes viennent plonger alternativement dans deux petites cuvettes *cc'* remplies de mercure: ces contacts



peuvent fermer un courant électrique que l'on envoie dans un signal de Depretz, dont nous donnons plus loin la description.

Voici la réalisation pratique du dispositif.

On prend une pile de Grenet ordinaire *P* et l'on en réunit un pôle à l'aide d'un fil à une première borne *B*, en communication avec une des cuvettes remplies de mercure; cette cuvette est elle-même réunie à l'autre par une lame transversale *t'*, qui établit la communication métallique. Du pendule oscillant, par l'intermédiaire d'une seconde borne *B'*, repart un fil qui va s'attacher à l'une des bornes *b* du signal de Depretz. De l'autre borne du signal *b'* part un nouveau fil en communication avec le second pôle de la pile. Il est facile de concevoir qu'à chaque oscillation simple du pendule, par suite du plongement d'une pointe de platine dans la cuvette correspondante, le courant est fermé et passe dans le signal de Depretz.

**SIGNAL DE DEPRETZ.** — Cet appareil (fig. 14) consiste en



un petit électro-aimant E qui peut attirer, chaque fois qu'un courant y passe, une petite plaque de fer doux *p*; cette plaque est retirée en arrière, quand le courant ne passe plus, par un ressort antagoniste *r*.

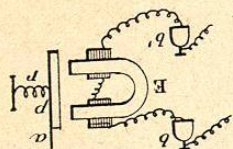


FIG. 14. — Schéma du signal de Depretz : *b b'* bornes du signal; E électro-aimant; *p* plaque de fer doux; *r* ressort antagoniste; *a* plume du signal.

Il en résulte, à chaque passage et à chaque interruption du courant, un mouvement de la plaque. Celle-ci porte une petite plume *a* qui vient tracer chacun de ses mouvements sur un cylindre enregistreur. Tout ce petit appareil est supporté par une tige à crémaillère, qui permet de l'avancer et de le reculer (fig. 15).

Supposons maintenant, les deux cuvettes étant en com-

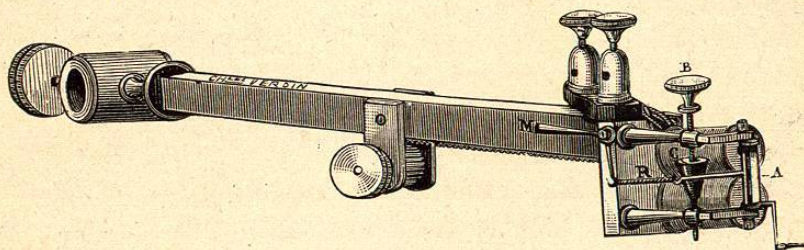


FIG. 15. — Signal de Depretz : C électro-aimant; A plaque de fer doux; R ressort antagoniste; B vis servant à graduer la tension du ressort.

munication, que notre métronome fasse une oscillation double en une seconde: chaque fois qu'une de ses pointes plongera dans sa cuvette, c'est-à-dire toutes les demi-secondes, le courant sera envoyé dans le signal, la plaque de fer doux se déplacera et entrainera la plume qui viendra marquer un trait sur la surface du cylindre. En enlevant la tige de communication entre les deux cuvettes, ce ne sera qu'une fois

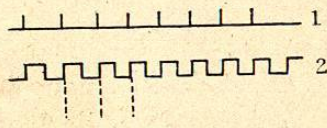


FIG. 16. — Tracé du métronome enregistreur avec un signal de Depretz: 1 les pointes ne font qu'effleurer le mercure; 2 elles y plongent quelque temps.

sur deux que le courant passera, et l'on enregistrera alors la seconde.

Si la pointe ne fait que toucher, le courant sera de très courte durée et la plume immédiatement ramenée en arrière par le ressort antagoniste. On aura alors un tracé analogue au tracé 1 de la fig. 16. Au contraire, si les pointes plongent pendant quelque temps, le tracé sera le tracé 2 de la figure 16, ce qui ne gêne en rien d'ailleurs dans l'appréciation du temps: les lignes pointillées indiquent, dans le cas que nous avons supposé, les demi-secondes.

DIAPASON CHRONOGRAPHE. — C'est un diapason ordinaire dont les vibrations doubles sont généralement de  $\frac{1}{100}$  de

seconde. Une de ses branches porte une petite pointe de platine qui peut venir en contact, dans ses oscillations, avec une plaque, de platine également, et fermer ainsi un courant électrique que l'on envoie dans le signal de Depretz. Il est construit de manière à entretenir automatiquement ses vibrations.

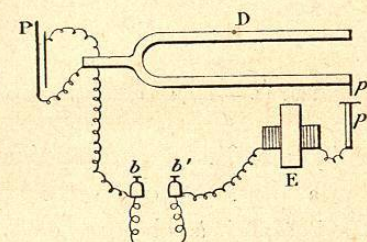


FIG. 17. — Schéma du diapason chronographe: P pile, D diapason, E électro-aimant, *p* plaque de platine, *p'* pointe de platine qui établit le courant quand il vient toucher la plaque *p*; *b b'* bornes du diapason.

Voici la réalisation pratique du dispositif (fig. 17, 18

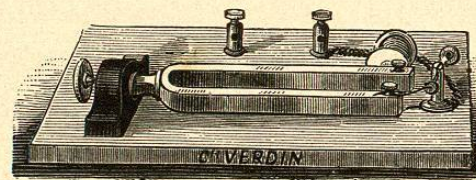


FIG. 18. — Diapason chronographe.

et 19): à l'aide d'un fil, on réunit au corps du diapason D l'un des pôles d'une pile de Grenet. De la plaque *p*, contre



laquelle vient buter le diapason à chacune de ses oscillations, part un nouveau fil entourant un électro-aimant placé en face d'une des branches du diapason et qui est en rapport avec le signal de Depretz, d'où repart un

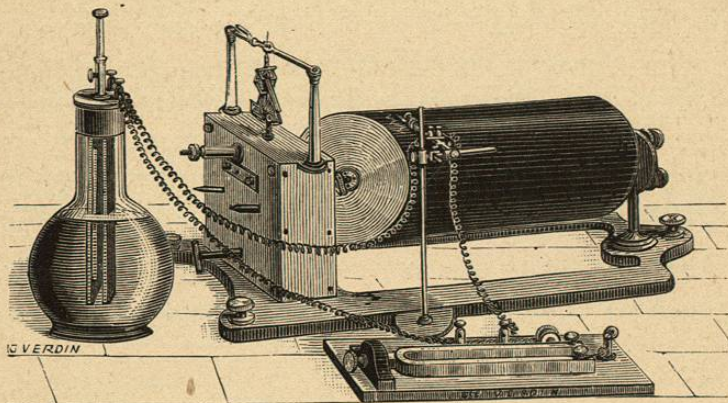


FIG. 19. — Diapason chronographe conjugué avec un signal de Depretz.

troisième fil, en communication avec le deuxième pôle de la pile. On conçoit facilement que le courant soit ainsi établi à chaque oscillation double du diapason. Quant à l'électro-aimant E placé sur le côté, il a pour but d'entretenir la vibration. En effet, toutes les fois que

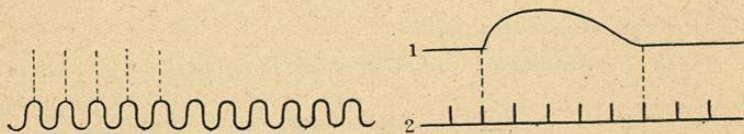


FIG. 20. — Tracé du diapason chronographe avec un signal de Depretz.

FIG. 21. — Mesure de la durée d'un phénomène : 1 graphique du phénomène, 2 ligne de temps.

le courant passe, le diapason est entraîné par l'action de cet électro-aimant; ensuite, par son élasticité, il est ramené en arrière et le courant est rompu; puis, à l'oscillation simple suivante, le courant est rétabli, et ainsi de suite.

On obtient, à l'aide de ces dispositifs, le tracé de la figure 20 : les intervalles séparant les lignes en pointillé représentent les centièmes de seconde.

On peut employer les diapasons à vibrations plus rapides,  $\frac{1}{500}$  de seconde par exemple, mais, dans la grande majorité des cas,  $\frac{1}{100}$  de seconde suffit comme unité.

Lorsqu'on a pris simultanément le tracé d'un phénomène et le tracé du temps, il suffit de rabattre par deux lignes de rappel la courbe du phénomène sur la ligne des temps pour avoir la durée (fig. 21). Dans cette figure, les divisions sont des secondes: le phénomène a donc duré 5 secondes.