

Auteur ou collectivité : Carpentier, Jules
Auteur : Carpentier, Jules (1851-1921)
Auteur secondaire : Ateliers Ruhmkorff
Titre : Instruments de mesures et appareils électriques

Adresse : Paris : Imp. générale Lahure, 1904
Collation : 1 vol. (7-143 p.-[3f.]); 28 cm.
Cote : CNAM-MUSEE IS0.4-CAR
Sujet(s) : Mesure -- Instruments ; Mesures électriques -- Instruments ; Appareils électriques ; Magnétisme ; Catalogues commerciaux
Note : Marque de fabrique C.G.S. ; précédé d'une notice sur les ampèremètres et voltmètres apériodiques

Date de mise en ligne : 06/12/2016
Langue : Français

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redirect?M2081>



Ateliers

Ruhmkorff



J. Carpentier

Ingenieur Constructeur

20 . RUE DELAMBRE . 20

PARIS

1904

4°

1044

U. GARRENTIER

Paris - France
20, Rue de Valenciennes, 20
TÉLÉPHONE: 20.10.10

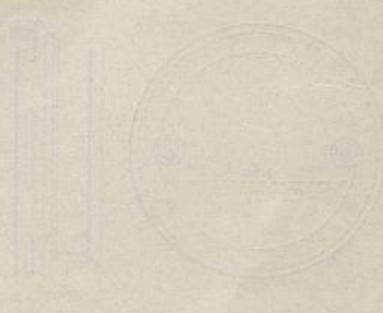
AMPÈREMÈTRE

VOLTMÈTRE

Le voltmètre est un instrument de mesure qui permet de mesurer la tension électrique d'un circuit. Il est généralement utilisé pour mesurer la tension aux bornes d'un composant ou d'un circuit entier. Le voltmètre est connecté en dérivation au circuit à mesurer.

L'ampèremètre est un instrument de mesure qui permet de mesurer l'intensité du courant électrique qui circule dans un circuit. Il est généralement utilisé pour mesurer le courant qui traverse un composant ou un circuit entier. L'ampèremètre est connecté en série au circuit à mesurer.

Classe	Précision	Gamme de mesure
0,1	± 0,5%	0,1 - 100 A
0,2	± 1,0%	0,2 - 200 A
0,5	± 2,5%	0,5 - 500 A
1,0	± 5,0%	1,0 - 1000 A



Ateliers Ruhmkorff

J. CARPENTIER

Ingénieur-Constructeur

20, Rue Delambre, 20

PARIS - 14^e

Ampèremètres

et Voltmètres thermiques

Modèles pour tableaux (diam. 180^m/m)

AMPÈREMÈTRES		VOLTMÈTRES																																
Ampèremètres à shunt intérieur		Gradué de 0 à 1 volt..... 100 Fr.																																
Gradué de 0 à 0,25 ampère.....	100 Fr.	» 0 à 3 »	100 »																															
» 0 à 1 »	100 »	» 0 à 10 »	100 »																															
» 0 à 5 »	100 »	» 0 à 30 »	110 »																															
» 0 à 10 »	110 »	» 0 à 100 »	110 »																															
» 0 à 50 »	120 »	» 0 à 120 »	110 »																															
» 0 à 100 »	130 »	» 0 à 150 »	120 »																															
Ampèremètres à shunt indépendant		» 0 à 200 »	130 »																															
(Ces appareils se composent d'un shunt étalonné et d'un millivoltmètre de 0-25 millivolt.)		» 0 à 250 »	135 »																															
Millivoltmètre seul..... 100 Fr.		Résistance additionnelle, sans self induction, jusque 500 volts.....	75 »																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Shunts</th> <th colspan="2">Série BT</th> <th colspan="2">Série CT</th> <th colspan="2">Série ET</th> </tr> <tr> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>300</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>30</td> <td>80</td> <td>45</td> <td>500</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>35</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>1000</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>		Shunts	Série BT		Série CT		Série ET		Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	10	25	50	40	300	100	20	30	80	45	500	125	40	35	100	50	1000	150	Résistance additionnelle, à plusieurs sections pour voltmètre à sensibilité multiple : 100, 200, 300, 400, 500 volts.	100 »
Shunts	Série BT		Série CT		Série ET																													
	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.																												
10	25	50	40	300	100																													
20	30	80	45	500	125																													
40	35	100	50	1000	150																													

Modèles pour tableaux haute tension (diam. 180^m/m)

(Ces appareils fonctionnant sur transformateurs sont étalonnés pour une fréquence déterminée)

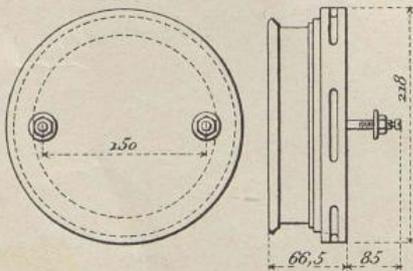
Ampèremètre ou Voltmètre , seul.....	120 Fr.
Transformateur de tension jusque 3000 volts.....	150 »
Transformateur d'intensité isolé, pour 3000 volts.....	150 »

Prix sur demande, pour tensions supérieures

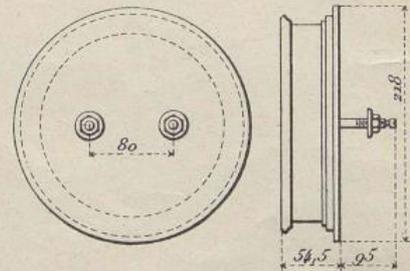
Supplément

pour dispositifs spéciaux

Prises de courant traversant le tableau.....	10 Fr.
Dispositif pour Appareil à double face.....	100 »



Appareil à réducteur intérieur



Appareil à réducteur indépendant

Modèles portatifs, à sensibilité multiple (en boîte noyer)

Ampèremètre portatif à 3 sensibilités (3, 10, 30 amp., ou 5, 25, 50 amp.).....	250 Fr.
Pour intensités supérieures, shunt indépendant de l'appareil, voir prix ci-dessus	
Voltmètre portatif à 3 sensibilités (3, 75, 150 volts).....	250 »

EUG. MORIEU. — PARIS



ATELIERS RÜHKORFF

J. CARPENTIER

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

20 — Rue Delambre — 20

PARIS-XIV

Téléphone 705-65

Adresse } Ruhmkorff-Paris
Télégraphique }

Ampèremètres et Voltmètres Apériodiques

A CADRE MOBILE (Modèle de 125 m/m)

Ce nouveau modèle, industriel, a été créé pour compléter la série inaugurée par les ampèremètres et voltmètres Deprez-Carpentier. Il est destiné à se substituer à ces appareils dans les installations où il est nécessaire d'avoir un voltmètre pouvant rester

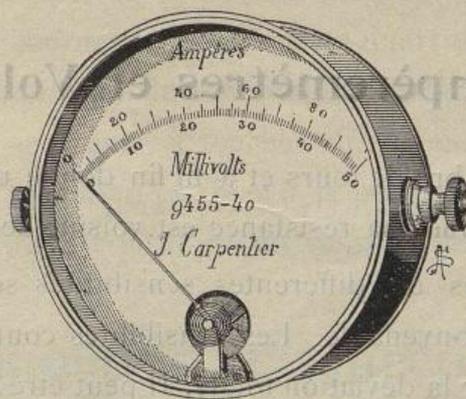


Fig. 1.

constamment en circuit et dans les tableaux où l'emploi d'un shunt indépendant de l'ampèremètre évite de détourner les circuits à grosse section. Afin que cette substitu-



tion de l'un des types à l'autre puisse être opérée facilement, la forme extérieure et le diamètre des appareils à palette de fer doux ont été conservés dans les appareils à cadre mobile.

Ces appareils, de construction très soignée, ont été étudiés en tenant compte de tous les perfectionnements réalisés dans ces dernières années. Le cadre mobile, extrêmement léger, pivote entre deux saphirs finement polis et très durs. Le pivotage de l'appareil présente ainsi toutes les garanties de sensibilité et de durée. Les ressorts, en bronze spécial, sont parfaitement élastiques, et à l'abri de toute déformation permanente. L'entrefer, très étroit, assure un amortissement très voisin de l'apériodicité, garantit l'appareil contre l'influence des circuits extérieurs et conserve l'aimantation des aimants, lesquels sont d'ailleurs construits en acier de choix et vieillissent avant d'être employés.

L'équipage mobile de ces appareils étant soigneusement équilibré, il est indifférent d'effectuer les mesures dans la position verticale ou horizontale. L'erreur résultant de ce fait est de beaucoup inférieure à l'erreur maxima, admissible dans ces appareils, soit 1/100 de la déviation totale.

Les appareils à cadre mobile peuvent être divisés en deux classes, suivant le type d'enroulement du cadre. Pour les uns, milliampèremètres et voltmètres, le cadre comporte un grand nombre de tours de fil fin; pour les autres, millivoltmètres et ampèremètres le cadre comporte un petit nombre de tours de gros fil.

Milliampèremètres et Voltmètres

Le cadre à grand nombre de tours et à fil fin donne une déviation de 90° pour un courant de **0,01 ampère environ**; sa résistance est voisine de **50 ohms**.

Les milliampèremètres de différentes sensibilités sont établis en shuntant le cadre par une résistance convenable. Les sensibilités courantes sont comprises entre 10 et 100 milliampères pour la déviation totale. Il peut être établi pour certains usages spéciaux des milliampèremètres plus sensibles.

Les voltmètres sont établis en disposant en série avec le cadre une résistance additionnelle. Ils peuvent être gradués pour toutes les tensions comprises entre 0,5 et

300 volts. La résistance additionnelle renfermée dans la boîte de l'appareil étant en manganin, il en résulte que l'échauffement très faible dont elle est le siège est sans influence sur les indications de l'appareil.

Au-dessus de 300 volts, il est nécessaire d'ajouter à l'appareil un réducteur extérieur.

Au-dessous de 0,5 volt, il est nécessaire de recourir aux millivoltmètres (voir plus loin).

Il peut être fourni sur demande des voltmètres à plusieurs sensibilités présentant plusieurs bornes ou simplement deux bornes avec un commutateur. Ce dernier modèle est représenté par la figure 2. Il porte à sa partie inférieure et à droite un commutateur

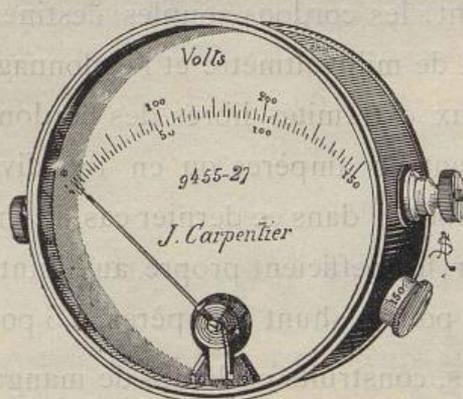


Fig. 2.

permettant de faire varier la résistance mise en circuit et d'obtenir successivement les sensibilités 300, 150, 30 et 3 volts. Il suffit, pour passer d'une sensibilité quelconque à la sensibilité inférieure, de tourner le bouton d'un quart de tour dans le sens où l'on visse. Un cran d'arrêt fixe la position du commutateur pour chaque sensibilité. On peut ainsi changer de sensibilité sans avoir à toucher aux connexions. Avant la mesure, il faut toujours s'assurer que le bouton est bien à la position de sensibilité minima, soit 300 volts. Le cadran de voltmètre porte 75 divisions et deux chiffres de 0-150 et 0-300.

Millivoltmètres et Ampèremètres

Le cadre à petit nombre de tours et à gros fil donne une déviation de 90° pour un courant de **0,05** ampère environ; sa résistance, voisine de **0,5** ohm, est également répartie entre l'enroulement de cuivre et les deux ressorts en bronze spécial.

Les millivoltmètres comportent, en série avec le cadre, une résistance additionnelle en manganin : les sensibilités courantes sont comprises entre 0,025 et 0,5 volt.

Les ampèremètres sont constitués par des millivoltmètres de 0,05 volt en dérivation sur un shunt de résistance convenable. En série, avec le cadre de ces appareils, est disposée une résistance en manganin de 0,5, ce qui porte la résistance totale à 1 ohm environ. Dans ces conditions, le coefficient de température est voisin de 0,001 par degré. Jusqu'à 25 ampères, le shunt peut être renfermé dans l'appareil. Au delà, il est nécessaire de recourir aux ampèremètres à shunt indépendant, qui peuvent d'ailleurs être établis à partir de 1 ampère.

Tous les millivoltmètres destinés à ces derniers appareils sont réglés rigoureusement pour la même différence de potentiel et peuvent être substitués les uns aux autres aux bornes d'un même shunt ; les cordons souples destinés aux connexions avec les shunts font partie du circuit de millivoltmètre et l'étalonnage doit être fait en prenant la différence de potentiel aux extrémités libres des cordons. Les ampèremètres sont gradués à volonté directement en ampères ou en 100 divisions pour permettre de changer de shunt et de sensibilité ; dans ce dernier cas, le chiffre de l'intensité s'obtient en multipliant la lecture par le coefficient propre au shunt employé, c'est-à-dire 0,01 pour le shunt 1 ampère, 0,03 pour le shunt 3 ampères, 0,3 pour le shunt 30 ampères, etc.

Shunts. — Les shunts, construits en lames de manganin, présentent une résistance invariable avec la température, et ne sont pas susceptibles de donner naissance à des couples thermo-électriques. Ils sont d'ailleurs étudiés de façon à présenter, en charge, un échauffement très minime. Leur résistance est réglée de façon qu'ils puissent être substitués les uns aux autres dans des mesures utilisant un seul millivoltmètre.

Les shunts sont établis par séries :

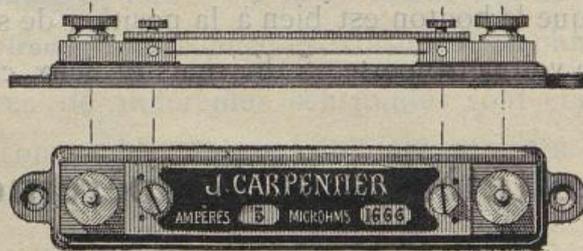


Fig. 3.

Série A (fig. 3) (de 1 à 30 ampères). — Longueur 185, largeur 32, épaisseur 25 m/m.

Série B (de 30 à 100 ampères). — Longueur 230, largeur 45, épaisseur 35 m/m.

Série C (fig. 4) (de 100 à 500 ampères). — Longueur 265, largeur 60 m/m, épaisseur variable avec l'intensité.

Le shunt de 1000 ampères a les dimensions suivantes : longueur 265, largeur 115, épaisseur 50 m/m.

Les connexions des shunts pour grandes intensités avec les circuits se font en introduisant sur la tige de l'écrou, soit une barre percée, soit une cosse dans laquelle

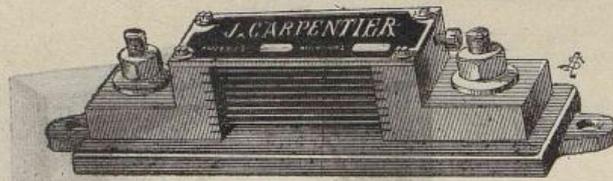


Fig. 4.

on a soudé préalablement le bout du câble. La rondelle et l'écrou assurent le bon contact des surfaces.

Boîtes de Contrôle

Ces boîtes comportent un voltmètre à plusieurs sensibilités, un millivoltmètre de 50 millivolts et plusieurs shunts, pour les essais en courant continu. Les trois modèles courants sont les suivants :

1° Petit modèle permettant de mesurer jusque 300 volts et 50 ampères (voir fig. 5).

2° Moyen modèle permettant de mesurer jusque 600 volts et 300 ampères.

3° Grand modèle permettant de mesurer jusque 600 volts et 1000 ampères.

Le petit modèle est spécialement destiné aux mesures courantes, aux laboratoires, aux écoles et aux réseaux d'éclairage. Il se recommande par ses dimensions très réduites et son faible poids. La boîte présente les dimensions d'encombrement suivantes : $205 \times 185 \times 125$ millimètres ; son poids est de 5 kilos. La boîte s'ouvre comme un livre et les deux appareils se présentent disposés pour la mesure sans qu'il y ait aucune manœuvre à effectuer.

Le voltmètre, placé à la partie supérieure, est fixé par ses bornes à deux équerres portant d'autres bornes plus accessibles auxquelles s'attachent les conducteurs venant

de l'extérieur. Ce voltmètre est du modèle à plusieurs sensibilités qui a été décrit plus haut. Il présente les sensibilités 300-150-30 et 3 volts; son cadran porte 75 divisions et deux chiffraisons de 0-150 et 0-300.

L'ampèremètre placé à la partie inférieure de la boîte est fixé, comme le voltmètre, à deux équerres sur lesquelles viennent se connecter les cordons souples qui vont au shunt. Il est indispensable que les résistances de contact soient réduites au minimum et il est recommandé à cet effet de vérifier le serrage des boutons avant la mesure.

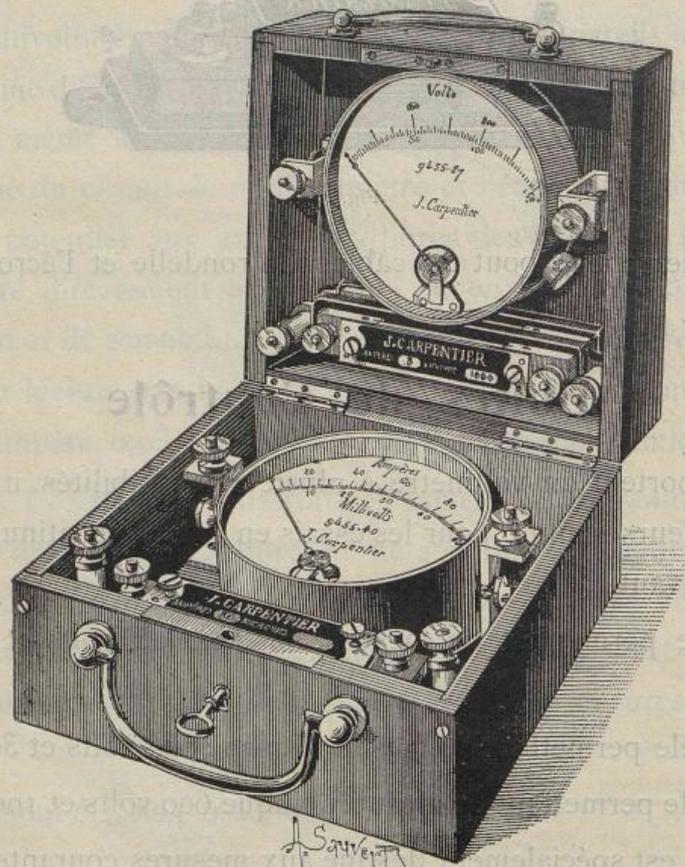


Fig. 5.

L'ampèremètre est gradué en 100 divisions : il porte 2 chiffraisons de 0 à 100 pour les ampères et 0 à 50 pour les millivolts mesurés aux extrémités libres des cordons souples.

La boîte contient 4 shunts établis pour des intensités comprises entre 0 et 50 ampères et réglés pour la sensibilité demandée par le client. La série de shunts recommandée pour la continuité des mesures est la suivante : 1-3-10-30 ampères.

La boîte de contrôle moyen modèle est construite d'après les mêmes principes que la précédente; elle contient en plus une résistance additionnelle pour 600 volts, un shunt de 100 ampères et un shunt de 300 ampères. Ses dimensions d'encombrement sont les suivantes : 320 × 200 × 125 millimètres, son poids est de 8 kilos environ.

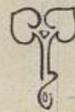
La boîte de contrôle grand modèle contient en plus un shunt de 1000 ampères; ses dimensions d'encombrement sont les suivantes : 280 × 300 × 125 millimètres.

Ampermètres à shunt indépendant

L'appareil se compose d'un shunt séparé et d'un millivoltmètre de 50 millivolts.

Millivoltmètre de 50 millivolts, acali

Lecture directement en ampères ou en volts.



Shunts

Série B.		Série C.		Série D.	
ampères	volts	ampères	volts	ampères	volts
10	50	32	100	85	200
12	60	35	100	90	200
13	100	38	150	100	300
14	100	41	200	82	200
15	100	45	300	100	300

Réducteurs

Voltmètre à 4 sensibilités de 20, 100, 200, 300 volts avec commutateur.

Réducteur pour 100 volts

30	200
35	300
40	300

Millivoltmètres		Milliampermètres	
Gradé de	à 50 millivolts	à 50 milliampères	à 50 milliampères
75	—	75	—
75	—	75	—
75	—	75	—

Boîtes de Contrôle

Boîte de contrôle grand modèle — 280 × 300 × 125 mm — poids 8 kg — contient un shunt de 1000 ampères, un millivoltmètre à 4 sensibilités (20, 100, 200, 300 volts) avec commutateur, un ampermètre à 100 ampères et un ampermètre à 300 ampères.

Boîte de contrôle moyen modèle — 320 × 200 × 125 mm — poids 8 kg — contient un shunt de 600 volts, un shunt de 100 ampères et un shunt de 300 ampères, un millivoltmètre à 4 sensibilités (20, 100, 200, 300 volts) avec commutateur, un ampermètre à 100 ampères et un ampermètre à 300 ampères.

Boîte de contrôle petit modèle — 280 × 150 × 125 mm — poids 6 kg — contient un shunt de 300 volts, un shunt de 100 ampères et un shunt de 300 ampères, un millivoltmètre à 4 sensibilités (20, 100, 200, 300 volts) avec commutateur, un ampermètre à 100 ampères et un ampermètre à 300 ampères.

PRIX

Ampèremètres à shunt intérieur				Voltmètres					
Gradué de 0 à 0,5 ampère	80	Fr.	»	Gradué de 0 à 0,5 volt	75	Fr.	»		
— 0 à 1 —	80	»	»	— 0 à 1 —	75	»	»		
— 0 à 3 —	82	»	»	— 0 à 3 —	75	»	»		
— 0 à 5 —	85	»	»	— 0 à 5 —	75	»	»		
— 0 à 10 —	87	»	»	— 0 à 10 —	75	»	»		
— 0 à 15 —	90	»	»	— 0 à 30 —	75	»	»		
— 0 à 20 —	92	»	»	— 0 à 50 —	80	»	»		
— 0 à 25 —	95	»	»	— 0 à 80 —	85	»	»		
Ampèremètres à shunt indépendant				— 0 à 100 —				90	»
(Ces appareils se composent d'un shunt étalonné et d'un millivoltmètre de 50 millivolts.)				— 0 à 120 —				95	»
Millivoltmètre de 50 millivolts, seul				— 0 à 150 —				100	»
(gradué directement en ampères ou en 100 divisions).				— 0 à 200 —				110	»
75				— 0 à 250 —				115	»
Shunts				— 0 à 300 —				120	»
SÉRIE A.		SÉRIE B.		SÉRIE C.		SÉRIE D.		Voltmètre à 4 sensibilités 3, 30, 150, 300 volts, avec commutateur.	
Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	150	
1	12	50	24	100	32	800	55	Réducteurs	
3	12	80	28	200	35	1000	60	Réducteur pour 100 volts	
5	12	100	32	300	38	1500	70	— 200 —	
10	14			400	41	2000	85	— 300 —	
15	16			500	45	3000	100	25	
20	18							35	
30	20							55	
50	24								

Milliampèremètres				Millivoltmètres			
Gradué de 0 à 10 milliampères	75	»	»	Gradué de 0 à 25 millivolts	75	»	»
— 0 à 50 —	75	»	»	— 0 à 50 —	75	»	»
— 0 à 100 —	75	»	»	— 0 à 100 —	75	»	»

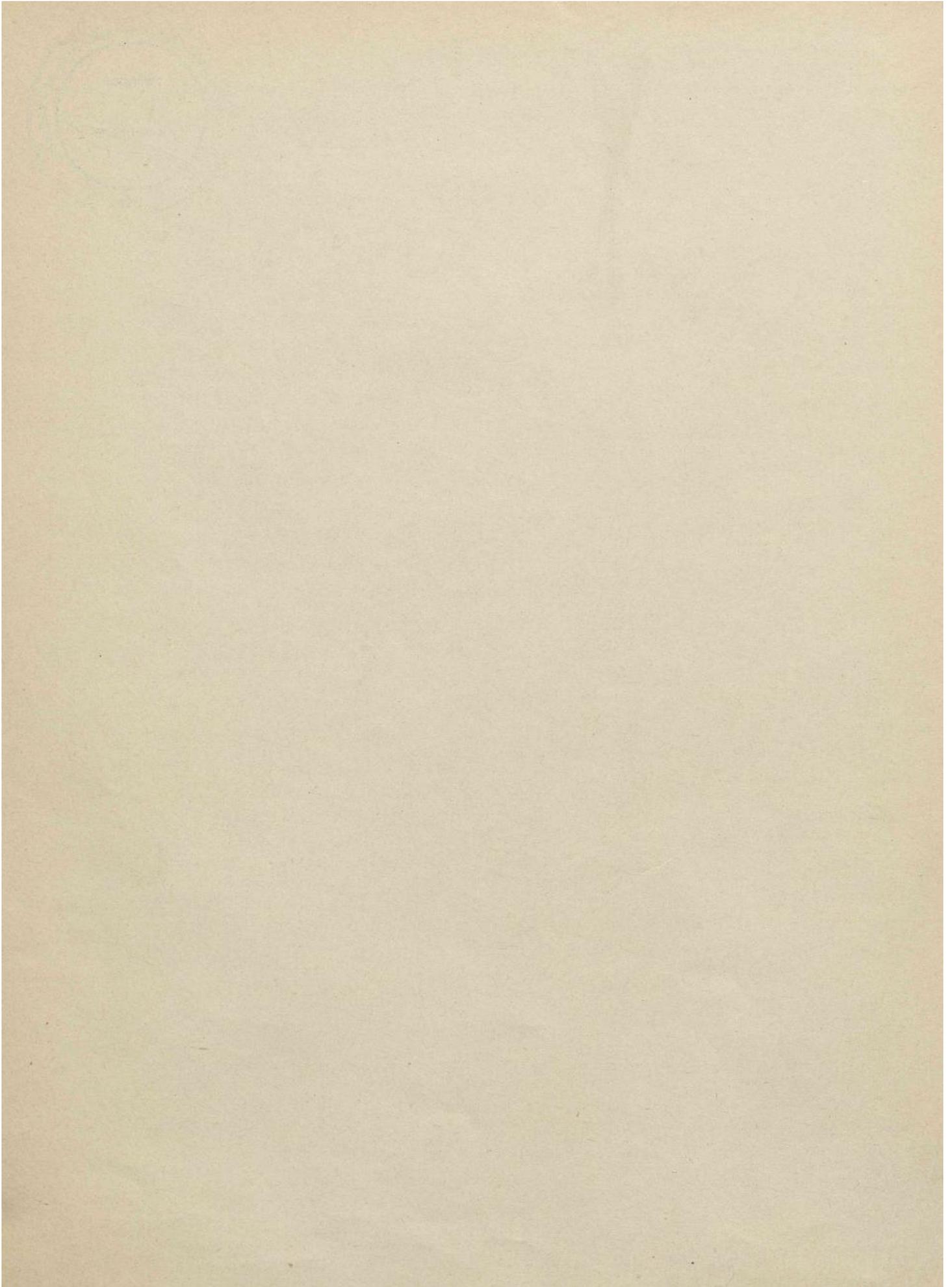
Boîtes de Contrôle

- 1^o BOITE DE CONTROLE PETIT MODÈLE (50 amp. — 300 volts) comprenant: 1 voltmètre à 4 sensibilités, 1 millivoltmètre de 50 millivolts, 4 shunts série A (1. 3. 10. 30 amp.), 1 cordon souple. 300 »
- 2^o BOITE DE CONTROLE MOYEN MODÈLE (300 amp. — 600 volts) comprenant: 1 voltmètre à 4 sensibilités, 1 millivoltmètre de 50 millivolts, 6 shunts (1. 3. 10. 30. 100. 300 amp.), 1 résistance pour 300 volts, 1 cordon souple . . . 425 »
- 3^o BOITE DE CONTROLE GRAND MODÈLE (1000 amp. — 600 volts) comprenant: 1 voltmètre à 4 sensibilités, 1 millivoltmètre de 50 millivolts, 7 shunts (1. 3. 10. 30. 100. 300. 1000 amp.), 1 résistance pour 300 volts, 1 cordon souple. 485 »

5497. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



ZU 2081
COTE 4° 1044



ATELIERS RUHMKORFF

J. CARPENTIER

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

20, rue Delambre, 20

PARIS

Instruments de Mesures

et

Appareils Électriques

C.G.S.
PARIS

1904



L'édition de mon catalogue que je publie aujourd'hui est beaucoup plus importante que celles qui l'ont précédée.

La liste qui suit ne comprend aucun appareil qui n'ait été étudié et ne soit construit dans mes ateliers; elle n'embrasse, d'autre part, qu'une partie de ma construction.

Parmi les appareils énumérés, les uns sont destinés aux hautes recherches techniques, les autres aux emplois industriels. La méthode de travail adoptée dans ma maison, et les soins apportés dans la fabrication, me permettent de revendiquer, pour les uns comme pour les autres, ce caractère de vraie précision par lequel je n'ai cessé de chercher à rehausser les moindres objets de ma production.

Chacun des appareils sortant de mes ateliers, matriculé d'un numéro d'ordre, fait l'objet d'une étude minutieuse dans mes laboratoires, et donne lieu à l'ouverture d'un dossier auquel il est toujours possible de se référer. Dans ce dossier figurent les données de sa construction, ses constantes d'étalonnage, les résultats des essais auxquels il a été soumis, et jusqu'aux observations particulières que ces essais ont suggérées.

Mes appareils, exécutés suivant des dessins rigoureusement cotés et rigoureusement suivis, sont composés de pièces interchangeables, de telle sorte qu'il m'est possible, dans la plupart des cas, de fournir en remplacement, même au bout de plusieurs années, les pièces qui ont pu être détériorées.

Le présent catalogue ne contient que la description très sommaire de mes instruments; j'ai évité toutes les explications techniques qui ne peuvent trouver place dans un tel recueil, et m'eussent entraîné trop loin. La technologie électrique est riche maintenant en ouvrages contenant, sur l'emploi des appareils, les renseignements les plus développés. Je me permets de recommander tout particulièrement à mes clients celui qu'a publié, sur cette matière, M. Armagat, chef du bureau des mesures de mes ateliers⁽¹⁾: ils y trouveront des descriptions détaillées de la plupart des appareils ici mentionnés et un exposé des méthodes que nous employons.

Paris, avril 1904.

J. CARPENTIER.

(1) Instruments et Méthodes de Mesures électriques, 2^e édition, 1900. — C. Naud, éditeur, Paris.

CONDITIONS DE VENTE

Les prix marqués dans ce catalogue sont les prix nets.

Nous ne consentons une remise que dans le cas de la fourniture d'un certain nombre d'exemplaires d'appareils **du même type**.

Le port et l'emballage sont toujours à la charge du destinataire; l'emballage est facturé à son prix de revient.

Sauf avis contraire, nos expéditions sont toujours faites par **grande vitesse**.

Nous n'assumons pas la responsabilité des avaries survenues pendant le transport.

MARQUE DE FABRIQUE



Adresse télégraphique : RUHMKORFF - PARIS

TÉLÉPHONE 705-65

TABLE

	Pages.
Étalons de résistance.	1
Étalons de force électromotrice.	4
Boîtes de résistances de précision.	5
Boîtes de résistances, modèles industriels.	11
Boîtes de grandes résistances.	13
Boîte pour la mesure des forces électromotrices.	14
Potentiomètre J. Carpentier.	15
Résistances étalonnées pour grandes intensités.	18
Bobines de self-induction étalonnées.	21
Condensateurs.	23
Ponts de Wheatstone.	26
Pont pour la mesure des faibles résistances.	29
Boussoles des tangentes.	32
Électromètres	35
Électrodynamomètres.	37
Wattmètres	42
Galvanomètres Thomson	47
Galvanomètre Broca	51
Galvanomètres Deprez-d'Arsonval.	53
Voltmètres et Ampèremètres de précision.	61
Voltmètres et ampèremètres aperiodiques industriels	67
Galvanomètres Deprez.	69
Ampèremètres et Voltmètres Deprez-Carpentier.	70
Voltmètres électrostatiques.	72
Voltmètres et ampèremètres thermiques	73
Réducteurs de galvanomètres.	75
Réducteurs universels	76
Postes de mesure des résistances.	79
Galvanomètre portatif pour la mesure des isolements	81
Ohmmètres	83
Appareils pour l'observation des instruments à miroir.	85
Clefs et Commutateurs.	86
Support antivibrateur.	90
Oscillographes Blondel	91
Rhéographe Abraham.	95
Enregistreur universel.	99
Contact tournant	100

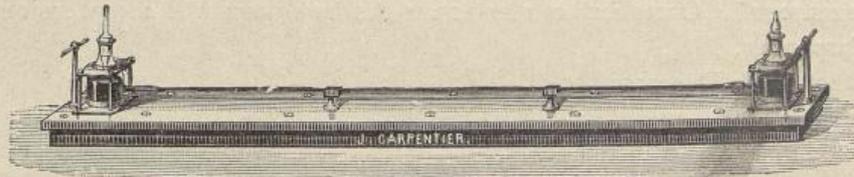
	Pages.
Électro-aimants	101
Appareils pour l'étude des propriétés magnétiques du fer	103
Batteries d'accumulateurs pour laboratoires.	108
Appareils magnétiques.	109
Appareils pour l'électricité atmosphérique.	117
Enregistreur Callendar.	119
Chronographe	120
Appareils balistiques du général Sebert.	121
Enregistreur Sabouret	124
Manographe Hospitalier-Carpentier.	125
Pyromètre thermo-électrique Le Chatelier	127
Appareil enregistreur Le Chatelier pour les essais des matériaux à la compression.	131
Focomètre Carpentier.	132
Bobines d'induction de Ruhmkorff.	133



Étalons de Résistance.

Étalon de l'Ohm légal.

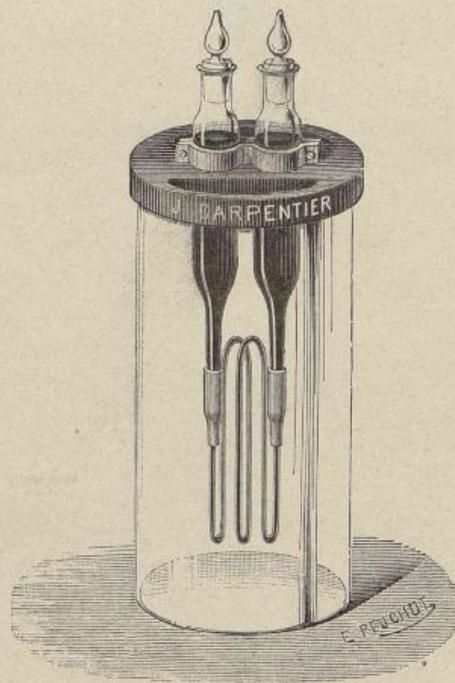
Copie des prototypes, réalisés en 1884, au Bureau International des Poids et Mesures, par M. R. Benoit (1) et conservés au Ministère des Postes et des Télégraphes. . . 300. »



Étalon de l'Ohm international

« L'unité électrique de résistance, ou ohm, est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure à la température de la glace fondante, ayant une masse de 14,4521 grammes, une section constante, et une longueur de 106,3 centimètres (Décret du 25 avril 1896). »

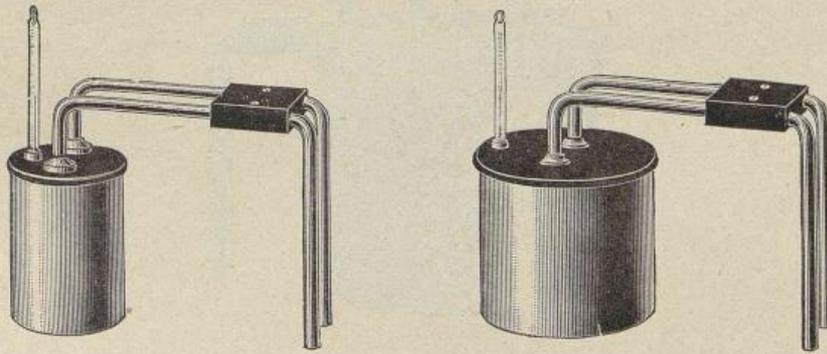
Étalon de l'Ohm international, construit suivant le dispositif adopté en 1884 pour les prototypes de l'Ohm légal. 300. »
Étalon secondaire de l'Ohm international, 100. »



(1) Construction des Etalons prototypes de résistance électrique du Ministère des Postes et des Télégraphes, par M. René Benoit, Docteur ès sciences, adjoint au Bureau International des Poids et Mesures, Paris, Gauthier-Villars, 1885.

Ces étalons, moins fragiles et moins encombrants que les copies des prototypes, sont plus commodes pour la pratique habituelle des Laboratoires; le tube de verre, recourbé plusieurs fois sur lui-même, symétriquement, pénètre par ses deux extrémités dans des godets d'assez grand diamètre destinés, d'autre part, à recevoir les extrémités du circuit extérieur. Les résistances sont ajustées jusqu'à ce qu'elles aient une valeur très voisine de celle des prototypes; cette valeur est ensuite déterminée exactement à la température de la glace fondante.

Résistances étalons de l'Ohm, en fil métallique.



Ces résistances sont contenues dans un boisseau métallique. Une gaine de paraffine les met à l'abri des variations de la température extérieure. Un thermomètre, maintenu à frottement dans le couvercle en ébonite, au moyen d'un bouchon en liège, permet de mesurer la température intérieure.

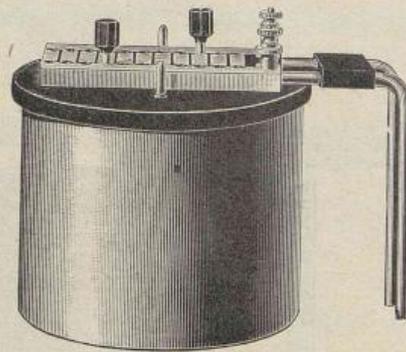
Ces étalons sont construits d'avance et conservés en magasin pendant plusieurs années; ils ont atteint, pratiquement, un état stable. Par des comparaisons nombreuses avec les étalons au mercure, on a déterminé rigoureusement leur valeur exacte. Leur équation bien établie permet d'indiquer, avec une grande précision, la température à laquelle ils ont exactement la valeur de l'ohm, ainsi que le coefficient de variation de leur résistivité.

Il est nécessaire, pour conserver à ces appareils les qualités qu'ils ont acquises à la longue, de ne les soumettre qu'à des courants très faibles et de courte durée.

Résistance étalon	0,1 ohm	100. »
—	1 ohm	80. »
—	10 ohms.	80. »
—	100 ohms.	80. »
—	1.000 ohms.	90. »
—	10.000 ohms.	100. »

Boîte de 10 résistances étalons de 1 ohm. 400. »

Dix résistances étalons de 1 ohm, juxtaposées, sont contenues dans un boisseau cylindrique. Un combinateur à fiches permet l'emploi d'un quelconque de ces étalons. La vérification de chaque unité peut donc être faite isolément. De plus, à l'aide du combinateur, on peut effectuer le groupement d'un nombre quelconque des 10 résistances de 1 ohm, soit en série, soit en parallèle. Les 10 étalons mis en série composent une résistance étalon de 10 ohms. Les 10 étalons mis en parallèle composent une résistance étalon de $\frac{1}{10}$ d'ohm.



Boîte de 10 résistances étalons de 10 ohms. 400. »

Bobines de résistance étalonnées.

Ces bobines sont construites comme celles qui entrent dans la construction des boîtes de résistance de précision (voir page 5).

Bobine de résistance	$\frac{1}{10}$ d'ohm	40. »
—	1 ohm	35. »
—	10 ohms.	35. »
—	100 ohms.	35. »
—	1.000 ohms.	35. »
—	10.000 ohms.	40. »

Étalons de force électromotrice.

- L'unité de force électromotrice, ou volt, est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est un ohm.
- Elle est suffisamment représentée, pour les besoins de la pratique, par les 0,6974 ou $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice d'un élément Latimer Clark (Décret du 25 avril 1890).

Élément étalon Latimer Clark (1,434 volt à 15°) 30. »
Préparé suivant les prescriptions contenues dans la note II annexée au décret.

Élément étalon Weston (1,019 volt à 20°) 40. »
Cadmium, sulfate de cadmium, sulfate de mercure, mercure.

Cet élément a un coefficient de variation avec la température extrêmement faible, qui peut même être négligé en pratique. C'est, à l'heure actuelle, le plus recommandable de tous les étalons de force électromotrice.

Élément étalon Gouy (1,386 volt à 12°) 30. »
Zinc, sulfate de zinc, bioxyde de mercure, mercure.

Élément étalon du Post Office 40. »
Zinc, sulfate de zinc, sulfate de cuivre, cuivre.

Les étalons de force électromotrice, Latimer Clark et Gouy, ont le même aspect extérieur; ils sont contenus dans un boisseau cylindrique en cuivre, fermé par un couvercle en ébonite. Un trou, ménagé dans le couvercle, permet l'introduction d'un thermomètre.

L'étalon Weston est plus grand, il n'est pas disposé pour l'emploi d'un thermomètre.

Rechargement d'un étalon de force électromotrice 15. »



Boîtes de Résistances de précision.

Les bobines de résistance, contenues dans les boîtes de précision, sont établies suivant un type uniforme¹; dans ces bobines, le circuit est composé de deux parties : l'une, constituant la presque totalité de la résistance nominale, est faite en fil fin; l'autre, formant appoint, en fil de plus gros diamètre. Le réglage s'effectue sur ce dernier fil seul; pour faciliter ce réglage, l'appoint de gros fil est placé à l'intérieur de chaque bobine, sous la forme d'un petit rhéostat, dont on fait varier la longueur à l'aide d'une clef spéciale. Cette disposition permet de faire les dernières corrections après complet achèvement des enroulements, et lorsque l'état moléculaire du fil a atteint son équilibre.

Les bobines construites d'avance, en grand nombre, sont mises en observation pendant plusieurs mois: chacune d'elles est étudiée particulièrement, possède un dossier, et n'est employée, dans la composition d'une boîte de résistances, que lorsqu'elle a définitivement acquis son état stable; les périodes de variations, pour certaines bobines, peuvent se prolonger pendant plusieurs années: il n'est pas rare de trouver, pour les bobines nouvellement construites, des variations qui atteignent $\frac{2}{1000}$ et même quelquefois $\frac{5}{1000}$. Un stock très considérable de bobines de chaque type permet de n'employer, dans la confection des boîtes de résistances, que des bobines offrant toute sécurité au point de vue de leur constance; de plus, il permet de ne choisir, pour être groupés ensemble, que des échantillons ayant suivi, pendant la durée des essais, les mêmes lois de variation. Ce système très étudié de fabrication présente toute garantie; il a d'ailleurs reçu sa sanction d'une pratique de 20 années.

Toutes les boîtes de résistances sont étalonnées en ohms internationaux; lorsque le fil avec lequel sont enroulées les bobines a un coefficient de variation non négligeable, la température à laquelle les valeurs nominales des résistances sont rigoureusement exactes est gravée sur la partie supérieure; cette température est toujours comprise entre 15 et 20 degrés.

Les précautions prises dans la fabrication et l'étalonnage des bobines de résistances permettent de donner des boîtes dont l'approximation dépasse $\frac{1}{1000}$.

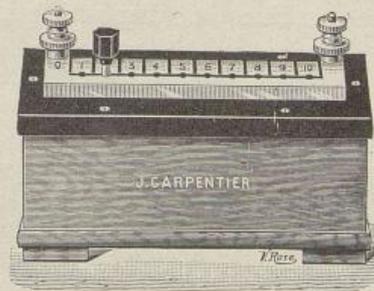


1. Ce système de bobine de résistance a été breveté en 1883.

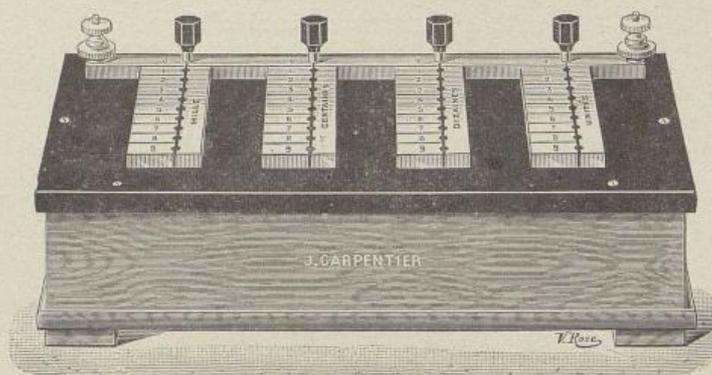
Boîtes de Résistances en décades.

Une décade se compose de 10 bobines semblables : toutes ces bobines sont montées en tension, et reliées à un combinateur disposé de telle sorte que la manœuvre d'une seule fiche permet de réaliser toutes les combinaisons de 1 à 10. Cette disposition, très avantageuse pour l'exactitude des mesures, élimine, presque totalement, les causes de variations dues aux contacts des fiches.

Dans ce système, une simple lecture donne, immédiatement et sans calcul, la résistance totale intercalée.



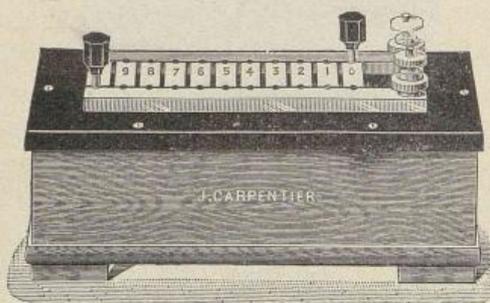
Boîte décade	(10 bobines de	0,1 ohm)	175.	»
—	(10 bobines de	1 ohm)	150.	»
—	(10 bobines de	10 ohms).	160.	»
—	(10 bobines de	100 ohms).	175.	»
—	(10 bobines de	1.000 ohms).	200.	»
—	(10 bobines de	10.000 ohms).	225.	»
—	(10 bobines de	100.000 ohms).	600.	»



Boîte de 36 bobines disposées en 4 décades	600.	»
Boîte de 36 bobines disposées en 4 décades (petit modèle portatif)	500.	»
Boîte de 50 bobines disposées en 5 décades	800.	»
Boîte de 60 bobines disposées en 6 décades	1.000.	»

Boîtes de Résistances en décades, à deux entrées

Ces boîtes sont analogues aux précédentes, et comprennent, en outre, un combinateur semblable à celui de la boîte de 10 résistances de la page 3. Ce combinateur est disposé de telle sorte qu'il permet, au moyen de 2 fiches, l'une d'entrée, l'autre de sortie, d'utiliser isolément l'une quelconque des 10 bobines; ce dispositif permet également, au moyen de fiches supplémentaires, de grouper, en quantité, un nombre quelconque de bobines de la décade.

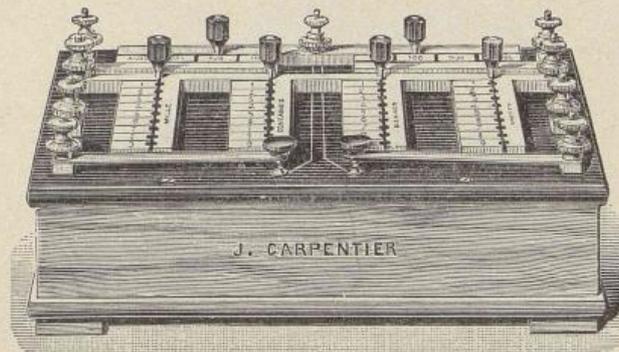


Boîte décade à 2 entrées	(10 bobines de	0,1 ohm)	. . . . .	225.	»
—	(10 bobines de	1 ohm)	. . . . .	200.	»
—	(10 bobines de	10 ohms)	. . . . .	210.	»
—	(10 bobines de	100 ohms)	. . . . .	225.	»
—	(10 bobines de	1.000 ohms)	. . . . .	250.	»
—	(10 bobines de	10.000 ohms)	. . . . .	300.	»
—	(10 bobines de	100.000 ohms)	. . . . .	800.	»

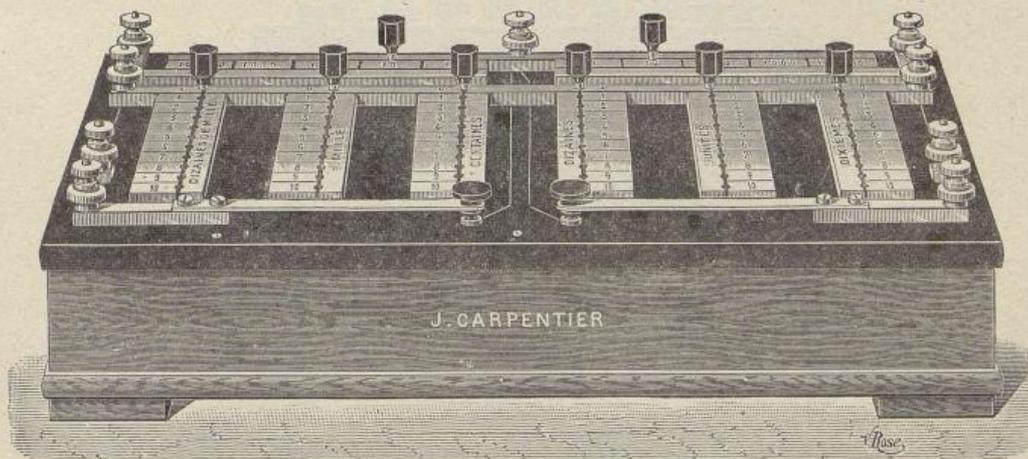


Boîtes de Résistances en décades, avec Pont de Wheatstone.

Toutes ces boîtes sont munies d'une clef de pile et d'une clef de galvanomètre.



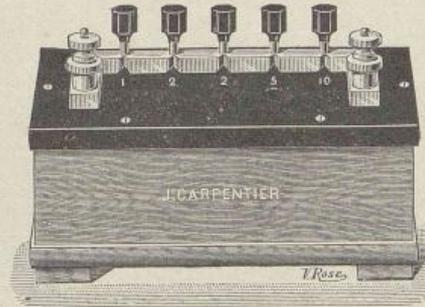
- | | |
|---|----------|
| Boîte de 36 bobines $(9 \times 1) + (9 \times 10) + (9 \times 100) + (9 \times 1000)$ avec 8 bobines (10 000, 1000, 100, 10, — 10, 100, 1000, 10 000), formant Pont de Wheatstone. | 800. » |
| Boîte de 50 bobines $(10 \times 0,1) + (10 \times 1) + (10 \times 10) + (10 \times 100) + (10 \times 1000)$ avec 8 bobines (1000, 100, 10, 1, — 1, 10, 100, 1000.), formant Pont de Wheatstone. | 1.000. » |
| Boîte de 50 bobines $(10 \times 1) + (10 \times 10) + (10 \times 100) + (10 \times 1000) + (10 \times 10000)$ avec 8 bobines (10 000, 1000, 100, 10, — 10, 100, 1000, 10 000), formant Pont de Wheatstone. | 1.000. » |



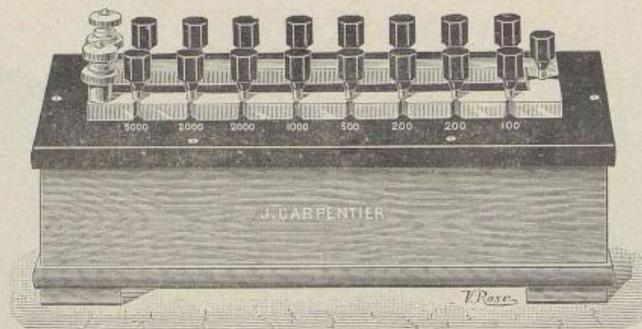
- | | |
|--|----------|
| Boîte de 60 bobines $(10 \times 0,1) + (10 \times 1) + (10 \times 10) + (10 \times 100) + (10 \times 1000) + (10 \times 10000)$ avec 10 bobines (10000, 1000, 100, 10, 1, — 1, 10, 100, 1000, 10000), formant Pont de Wheatstone. | 1.200. » |
| La même avec les 6 décades à 2 entrées. | 1.500. » |

Boîtes de Résistances. Série 1. 2. 2. 5.

L'emploi de la série 1. 2. 2. 5 permet d'effectuer toutes les combinaisons de résistances, avec un nombre réduit de bobines. Dans ce système, à chaque bobine correspond une fiche du combinateur, et chacune des résistances est mise en circuit par l'enlèvement de sa fiche; la résistance totale est donnée par la somme des résistances partielles dont les fiches ont été enlevées.



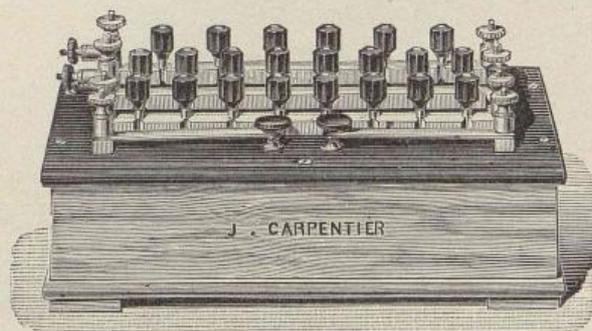
Boîte de 5 Bobines ($0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,5 + 1 = 2$ ohms)	125. »
— de 5 Bobines ($1 + 2 + 2 + 5 + 10 = 20$ ohms)	100. »
— de 6 Bobines ($1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 = 40$ ohms).	125. »
— de 10 Bobines ($1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 = 410$ ohms).	175. »
— de 12 Bobines ($1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 = 1 110$ ohms)	210. »



Boîte de 16 Bobines ($1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1 000 + 2 000 + 2 000 + 5 000 = 11 110$ ohms)	275. »
— de 20 Bobines ($0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,5 + 1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1 000 + 2 000 + 2 000 + 5 000 = 11 111$ ohms).	375. »
— de 22 bobines ($0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,5 + 1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1 000 + 2 000 + 2 000 + 5 000 + 10 000 + 10 000 = 31 111$ ohms).	425. »

Boîtes de Résistances, Série 1. 2. 2. 5. avec Pont de Wheatstone.

Toutes ces boîtes sont munies d'une clef de pile et d'une clef de galvanomètre.



- Boîte de 16 bobines** ($1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1000 + 2000 + 2000 + 5000 = 11110$ ohms), **avec 6 bobines** (1000, 100, 10, - 10, 100, 1000), **formant Pont de Wheatstone** 425. »
- Boîte de 22 Bobines** ($0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,5 + 1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1000 + 2000 + 2000 + 5000 + 10000 + 10000 = 31111$ ohms), **avec 8 bobines** (1000, 100, 10, 1, - 1, 10, 100, 1000), **formant Pont de Wheatstone** 575. »



Boîtes de Résistances. — Modèles Industriels.

Ces boîtes sont destinées aux mesures courantes de l'Industrié, et aux travaux des élèves dans les laboratoires : les résistances qu'elles renferment sont réglées à $\frac{1}{1000}$ près de la valeur marquée, approximation suffisante dans la pratique. Leur construction rustique a permis de les établir à un prix beaucoup moins élevé que celui des boîtes de précision.

Les boîtes de résistances industrielles sont établies suivant deux types, comme les boîtes de résistances de précision.

Boîtes de Résistances industrielles. Série 1. 2. 2. 5.

Ces boîtes ont exactement la même forme et les mêmes dimensions que celles des boîtes de précision ; l'aspect de leur fini peut seul les différencier extérieurement.

Boîte de 16 résistances (1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1000 + 2000 + 2000 + 5000 = 11110 ohms). 175. »

Boîte de 16 résistances (1 + 2 + 2 + 5 + 10 + 20 + 20 + 50 + 100 + 200 + 200 + 500 + 1000 + 2000 + 2000 + 5000 = 11110 ohms), **avec 6 résistances** (1000, 100, 10, — 10, 100, 1000), **formant Pont de Wheatstone. Clef de pile et clef de galvanomètre**. 275. »

Boîtes de Résistances industrielles en décades. Rhéostats circulaires.

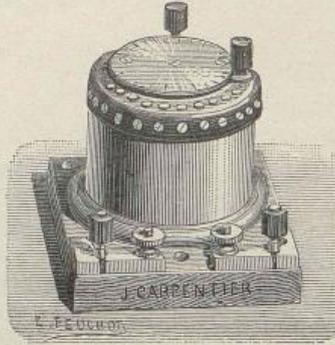
Dans ces boîtes, les fiches sont remplacées par un contact à ressort qui peut être déplacé à l'aide d'une manette, tout en glissant sur des plots disposés en cercle ; à chacun des plots aboutissent les extrémités des résistances fractionnaires ; un simple mouvement de manivelle permet de constituer rapidement la résistance voulue.

La surface des contacts est en argent, et peut être facilement nettoyée, de sorte que la variation de résistance de ces contacts est le plus souvent négligeable.

Ces boîtes sont d'un usage commode pour les mesures rapides et sont spécialement recommandées comme instruments portatifs ; elles sont très employées dans les laboratoires et servent à l'introduction rapide, dans un circuit, d'une résistance de réglage. Chaque déplacement de la manette augmente ou diminue la résistance d'une unité de la décade correspondante, et cette variation est obtenue sans rupture de circuit.

Rhéostats circulaires à deux décades.

Ces rhéostats portent, dans leur socle, deux résistances supplémentaires qui se mettent en circuit à l'aide de fiches.



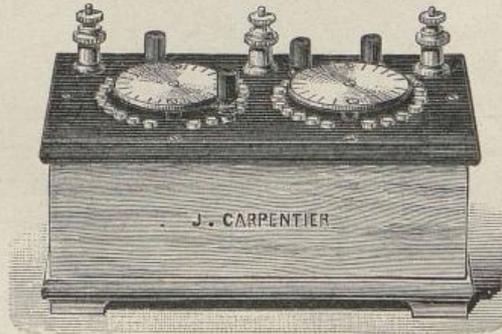
1 ^o Modèle	$(10 \times 1) + (10 \times 10) + (2 \times 100) = 310$ ohms	140. »
2 ^o —	$(10 \times 10) + (10 \times 100) + (2 \times 1000) = 3100$ ohms.	140. »
3 ^o —	$(10 \times 25) + (10 \times 250) + (2 \times 2500) = 7750$ ohms	140. »
4 ^o —	$(10 \times 100) + (10 \times 1000) + (2 \times 10000) = 31000$ ohms	160. »

Rhéostat circulaire à un décade

	$10 \times 10000 = 100000$ ohms.	200. »
--	--	--------

Rhéostat circulaire à quatre décades.

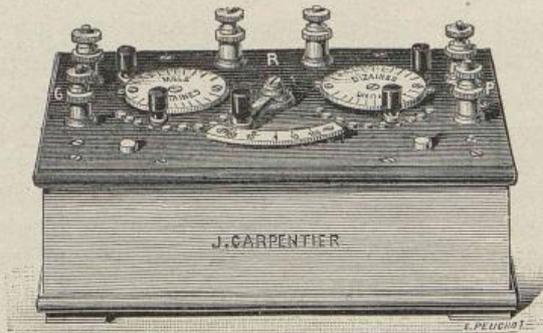
	$(10 \times 1) + (10 \times 10) + (10 \times 100) + (10 \times 1000) = 11110$ ohms	250. »
--	--	--------



Rhéostat circulaire à quatre décades, avec Pont de Wheatstone.

Dans ce modèle, les résistances composant les bras de proportion sont groupées suivant une disposition spéciale qui permet d'obtenir, rapidement et sans aucune hésitation, les rapports $\frac{1}{100} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{10}{1} \cdot \frac{100}{1}$

400. »



Boîtes de grandes Résistances.

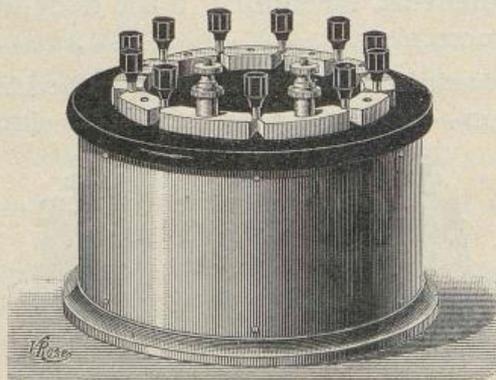
Boîtes de 100000 ohms.

1 ^{er} Modèle (1 section de 100 000 ohms)	125. »
2 ^e — (4 sections de 25 000 ohms).	150. »
3 ^e — (4 sections de 10 000+20 000+20 000+50 000 ohms)	175. »
4 ^e — (10 sections de 10 000 ohms).	225. »
5 ^e — (10 sections de 10 000 ohms).	500. »

Dans ce dernier modèle, les sections sont disposées de telle sorte qu'elles peuvent supporter chacune une différence de potentiel de 100 volts; l'ensemble peut supporter 1000 volts.

Boîtes de 1 mégohm.

1 ^{er} Modèle (1 section de 1 mégohm)	700. »
2 ^e — (10 sections de 100 000 ohms).	800. »



3 ^e — boîte décade (voir page 7).	600. »
4 ^e — (1 section de 1 mégohm)	500. »

Ce 4^e modèle est contenu dans une boîte en bois, avec dessus ébonite, de $60 \times 370 \times 100^m/m$.

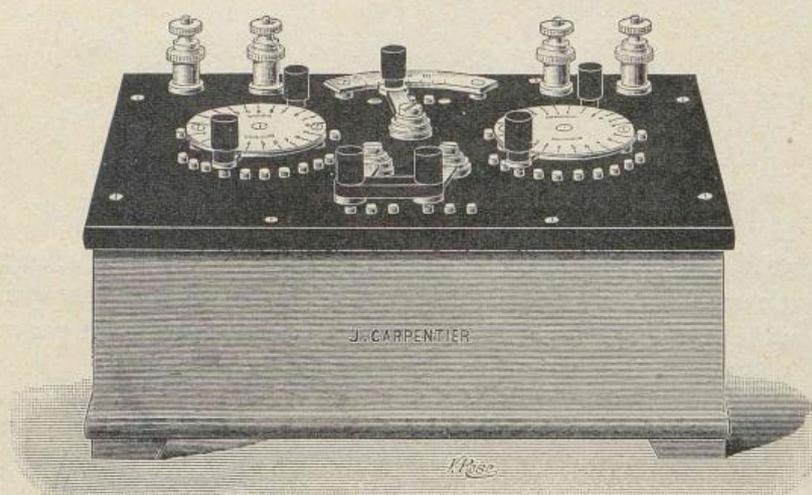
5 ^e Modèle (10 sections de 100 000 ohms).	2.000. »
--	----------

Ce très grand modèle est contenu dans une boîte en chêne de $760 \times 410 \times 270^m/m$ et pèse 40 kilogs. Chacune des sections de 100 000 ohms peut supporter 1 000 volts, et la résistance totale, 10 000 volts. Pour obtenir ce résultat, dans des conditions de garantie sérieuses, chacune des sections est elle-même subdivisée, de manière que la différence de potentiel entre deux fils voisins ne dépasse jamais 50 volts.

6 ^e Modèle (10 sections de 100 000 ohms + 10 sections de 10 000 ohms, total 1 100 000 ohms)	2.400. »
---	----------

Ce modèle, semblable au précédent, est contenu dans une forte caisse en chêne de $760 \times 410 \times 270^m/m$, et pèse 45 kilogs. C'est la réunion, dans une même caisse, du mégohm modèle n^o 5 et de la boîte de 100 000 ohms n^o 5.

Boîte pour la mesure des forces électromotrices.



Cet appareil, destiné à la mesure des forces électromotrices, par la méthode des déviations, se compose d'un rhéostat circulaire à 4 décades (page 12), d'un réducteur universel à trois pouvoirs multiplicateurs 1-10-100, et d'un commutateur inverseur, réunis dans le même caisson.

Mode d'emploi. — La manipulation se réduit à l'étalonnage du galvanomètre et à la substitution de la force électromotrice inconnue à celle de l'étalon.

L'étalonnage se fait avec un élément, non polarisable, de force électromotrice connue. Cet élément est relié aux bornes marquées « F E M » ; le rhéostat étant sur la résistance maximum et le shunt sur le pouvoir multiplicateur 100, il faut pousser le commutateur inverseur à droite ou à gauche et observer la déviation ; celle-ci doit être égale à environ 100 fois la force électromotrice, en volts, de la pile étalon. Si la déviation est beaucoup plus petite, il faut modifier le shunt jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'ordre de grandeur ci-dessus. La résistance du rhéostat est ensuite réglée jusqu'à ce que chaque division corresponde exactement à $\frac{1}{100}$ de volt.

Afin d'éliminer les défauts de symétrie du galvanomètre, il est bon de faire la mesure des déviations à droite et à gauche du zéro et de prendre la moyenne ; c'est dans ce but que le commutateur inverseur a été ajouté.

L'étalonnage étant ainsi fait, le galvanomètre est prêt pour la mesure de toutes les forces électromotrices de l'ordre de celle de l'étalon. Pour les valeurs différentes, il faut changer la sensibilité en faisant varier le shunt et la résistance en série. Avec cette boîte et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval à miroir, la sensibilité peut varier entre 0,0001 et 1 volt par division, ce qui permet de mesurer les différences de potentiel comprises entre 0,0001 et 200 volts.

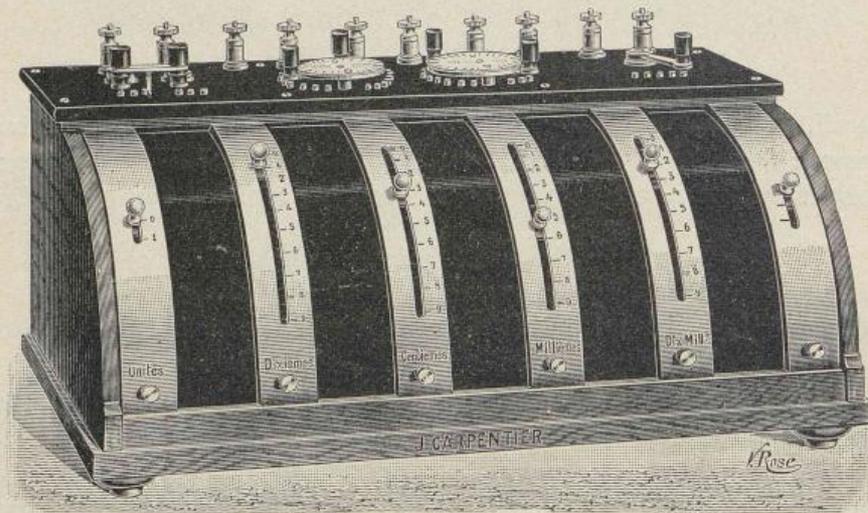
Prix : 400 francs

Potentiomètre J. Carpentier.

Cet appareil se compose de deux parties distinctes :

**Le potentiomètre proprement dit,
Le rhéostat de réglage.**

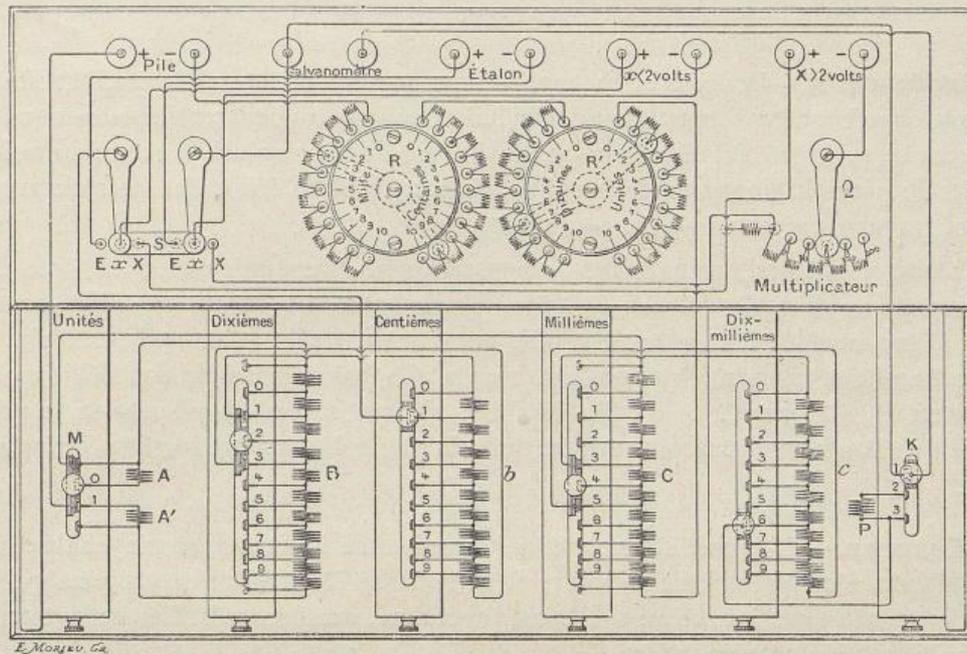
Ces deux parties sont complètement séparées, de sorte qu'aucune confusion n'est possible dans la manœuvre : une fois le réglage effectué, l'opérateur n'a plus à utiliser que les manettes qui se trouvent sur le devant de l'appareil, et qui correspondent au circuit potentiométrique.



Le circuit du potentiomètre a une résistance constante de 20 100 ohms, et est constitué par :

- 1° Une bobine de 10 000 ohms A ou A' ;
- 2° Une série de 11 bobines de 1 000 ohms B ;
- 3° Une série de 11 bobines de 10 ohms C ;
- 4° Une série de 10 bobines de 200 ohms b, en dérivation sur deux quelconques des bobines voisines de la série B ;
- 5° Une série de 10 bobines de 2 ohms c, en dérivation sur deux quelconques des bobines voisines de la série C.

Un jeu de cinq commutateurs à manette permet d'obtenir, avec ces résistances, toute l'échelle potentiométrique.



Le rhéostat de réglage a une résistance totale de 22 220 ohms; ce rhéostat est constitué par quatre séries de 10 résistances ayant chacune 2 000, 200, 20 et 2 ohms.

Une manette K commande la clef du galvanomètre; dans sa position de repos, le galvanomètre est mis en court circuit; dans sa position moyenne, le circuit du galvanomètre est bien établi, mais à travers une résistance de protection de 100 000 ohms P; cette résistance auxiliaire a pour but d'éviter le débit de la pile étalon, tant que le réglage du circuit de compensation n'est pas parfait. Cette résistance de protection est mise en court circuit, et le galvanomètre reste seul en communication, lorsque la manette est abaissée à fond de course dans sa troisième position.

L'appareil est complété par un commutateur double à trois directions S qui permet, sans changer aucune connexion, de placer le circuit dérivé, soit sur les contacts E auxquels est relié l'étalon, soit sur les contacts x et X auxquels sont reliées les forces électromotrices à mesurer.

Les bornes x sont utilisées pour les forces électromotrices inférieures à 2 volts; les bornes X pour les forces électromotrices supérieures; à cet effet, le circuit correspondant à X passe par un réducteur de potentiel Q dont la résistance totale a une valeur de 300 000 ohms, et dont les pouvoirs multiplicateurs sont 3-10-30-100-300.

Mode d'emploi du potentiomètre.

1° Graduation. — Pour faire de cet appareil un appareil à lecture directe, il suffit de faire traverser le circuit total par un courant connu ; si ce courant a une intensité de 0,0001 ampère, la différence de potentiel aux extrémités de la bobine de 10 000 ohms A sera de 1 volt et les différences de potentiel correspondant à chacune des divisions des séries de résistances B b C c seront respectivement 0,1 — 0,01 — 0,001 et 0,0001 volt.

Pour faire ce réglage, on place aux bornes marquées E une pile étalon de force électromotrice connue : soit 1,434 volt, et, à l'aide des manettes, on inscrit ce chiffre comme s'il s'agissait d'une machine à calculer. On relie aux bornes « pile » une pile auxiliaire de 2 à 4 volts ; cette pile se trouvant en opposition avec la pile étalon, on règle son débit au moyen des rhéostats R, R', jusqu'à ce qu'elle équilibre rigoureusement la pile étalon, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on ne constate plus aucune déviation du galvanomètre lorsque l'on appuie sur la clef K.

2° Mesures. — L'appareil étant gradué, on substitue à l'étalon, au moyen du commutateur S, la force électromotrice à mesurer ; si cette force électromotrice est plus petite que 2 volts, elle est reliée aux bornes x ; si elle est supérieure, aux bornes X. Le commutateur S est placé dans la position correspondante.

Il suffit alors de manœuvrer les commutateurs A, B, b, C, c, dans le sens convenable jusqu'à ce que le nouvel équilibre du galvanomètre soit atteint, pour obtenir la force électromotrice cherchée par la simple lecture des chiffres indiqués en regard des manettes.

Dans le cas d'une force électromotrice supérieure à 2 volts, le réducteur de tension Q permet de ne mettre, aux extrémités du circuit potentiométrique, qu'une fraction de cette force électromotrice inférieure à 2 volts ; la position de la manette indique, dans ce cas, le rapport de la fraction mesurée à la force électromotrice totale ; dans ces conditions, l'équilibre une fois établi, la lecture faite sur le potentiomètre sera multipliée par ce rapport.

Ce potentiomètre permet de mesurer des différences de potentiel variant de 0,0001 à 600 volts.

Prix : 1500 francs



Résistances étalonnées pour grandes intensités.

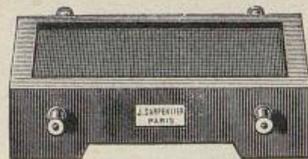
Ces résistances sont construites pour supporter, sans variation notable, le passage d'un courant intense. Leurs surfaces de refroidissement sont proportionnées à la puissance qu'elles absorbent, de telle sorte que l'échauffement produit par le passage du courant maximum, pour lequel chacune de ces résistances est calculée, ne peut faire varier la valeur indiquée que d'une quantité négligeable.

Ces résistances sont spécialement destinées à la mesure des intensités par la méthode de la différence de potentiel.

I. — Résistances en fils de manganin.

Ces résistances sont constituées par un grand nombre de fils très fins, tendus parallèlement, dont les extrémités sont fixées et soudées à deux barres de cuivre de forte section, par lesquelles entre et sort le courant à mesurer. Ces fils, ainsi disposés, présentent une grande surface de refroidissement. Le résistivité du métal employé variant très peu avec la température, l'échauffement peut être assez fort sans que la variation de résistance soit notable. Le passage du courant maximum indiqué ne peut produire qu'une augmentation de résistance inférieure au $\frac{1}{200}$ de la valeur nominale.

Ces résistances sont munies de deux bornes, pour l'arrivée et la sortie du courant, et de deux autres bornes, plus petites, pour la prise de dérivation.



Résistance étalonnée	1	ohm pour	10 ampères	90.	»
—	—	0,1	ohm pour 10 ampères	50.	»
—	—	0,2	ohm pour 10 ampères	60.	»
—	—	0,01	ohm pour 100 ampères	90.	»



Résistance étalonnée	0,1	ohm pour	25 ampères	70.	»
—	—	0,1	ohm pour 50 ampères	125.	»
—	—	0,01	ohm pour 200 ampères	150.	»
—	—	0,02	ohm pour 100 ampères	125.	»

II. — Résistances étalonnées à circulation d'eau.

Les résistances à circulation d'eau permettent d'éliminer totalement les variations dues au passage du courant; elles sont indiquées pour la mesure des courants de très grande intensité. Elles sont constituées par un tube de maillechort soudé à deux pattes massives, en cuivre rouge, servant à amener le courant; deux bornes de dérivation, fixées sur le tube, limitent exactement la résistance étalonnée. Le tube est terminé par des raccords pouvant recevoir des tubes de caoutchouc reliés à une conduite d'eau.

Dans ces résistances, la différence de potentiel aux bornes ne dépasse pas 1 volt, pour le courant le plus intense qu'elles ont à supporter.



Résistance 0,001 ohm pour 1 000 ampères. 400. »



Résistance 0,0001 ohm pour 3 000 ampères. 150. »

III. — Résistances étalonnées, dans un bain de pétrole.

Ces résistances sont formées de lames de manganin juxtaposées, à grande surface de refroidissement. Un serpentin permet de faire circuler un courant d'eau destiné à maintenir constante la température du bain de pétrole. Les extrémités du circuit sont constituées, soit par de fortes bornes de serrage, soit par des pattes en cuivre sur lesquelles peuvent être soudés les conducteurs du courant. Deux bornes de dérivation limitent rigoureusement la résistance-étalonnée.

Résistance étalonnée	0,01	ohm pour	100 ampères.	300. »
—	—	0,001	ohm pour 300 ampères.	400. »
—	—	0,0001	ohm pour 1 000 ampères.	500. »

IV. — Résistances étalonnées, dans un bain de pétrole, petit modèle.

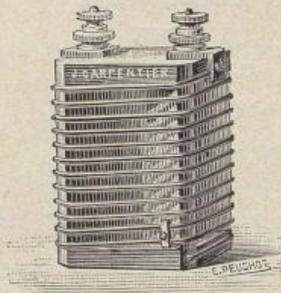
Ces résistances, plus simples que les précédentes, ne comportent pas de serpentín de refroidissement; elles sont destinées aux mesures de peu de durée.

Résistance étalonnée	1	ohm pour	3 ampères	80.	»
—	—	0,1	ohm pour 10 ampères	75.	»
—	—	0,01	ohm pour 30 ampères	90.	»
—	—	0,001	ohm pour 100 ampères	110.	»

V. — Résistances étalonnées, en maillechort.

Résistance	0,1 ohm.	40.	»
-------------------	------------------	-----	---

Un fil de maillechort de 4 m/m est enroulé sur un support en bois en forme de croix de Saint-André.

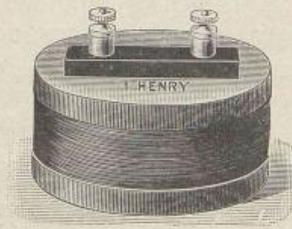


Résistance	1 ohm subdivisé en 4 sections de $\frac{1}{10}, \frac{2}{10}, \frac{2}{10}, \frac{5}{10}$	100.	»
-------------------	---	------	---

Huit boudins en fil de maillechort sont montés sur un cadre en bois; des fiches permettent d'utiliser une ou plusieurs des sections.

Ce type de résistance, très commode pour les laboratoires, peut être établi, sur demande, avec des valeurs différentes.

Bobines de self-induction étalonnées.



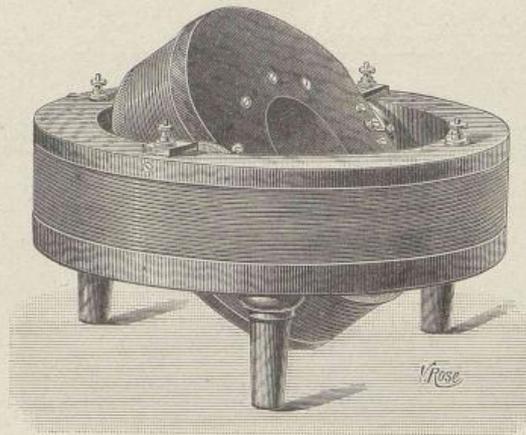
Les étalons de self-induction sont formés de bobines plates, dont la gorge est garnie de fil de cuivre. Les dimensions géométriques de ces bobines ont été choisies de façon à donner la constante de temps la plus élevée possible, pour un volume donné de fil : les dimensions des bobines étant les mêmes pour tous les étalons de cette série, la constante de temps est la même pour tous, et voisine de 0,01 seconde.

La gorge des bobines a un rayon intérieur de 2,4 cm , un rayon extérieur de 7,2 cm , et une hauteur de 3,6 cm . Le diamètre du fil de cuivre enroulé varie avec la valeur de la self-induction.

Ces étalons s'emploient dans la mesure des coefficients de self-induction, par toutes les méthodes de comparaison, aussi bien avec courant continu qu'avec courant alternatif.

Bobine de self-induction	10 henrys.	150. »
—	1 henry.	90. »
—	0,1 henry.	90. »
—	0,01 henry.	90. »

Bobine de self-induction réglable.



Cet appareil se compose de deux bobines plates, concentriques; la bobine intérieure, montée sur un axe diamétral, peut prendre diverses inclinaisons. Un cercle gradué indique, à chaque instant, l'angle de son plan avec celui de la bobine fixe; les circuits des deux bobines sont réunis en tension. Le coefficient de self-induction de l'ensemble, dépendant de l'angle que font entre elles les deux bobines, peut varier dans d'assez grandes limites.

Le tableau ci-dessous donne les constantes d'un appareil réalisé suivant ces données.

	BOBINE FIXE	BOBINE MOBILE	ENSEMBLE DES DEUX BOBINES INCLINÉES A		
			0°	90°	180°
Résistance	5 ohms	3,68 ohms	8,63 ohms		
Coefficient de self-induction	0,269 henry	0,177 henry	0,228	0,446	0,664
Constante de temps	0,0538 seconde	0,048 seconde	0,0262	0,0513	0,0764

Bobine de self-induction réglable, de 0,22 à 0,66 henry environ. 600. »
 — — — — — , de 0,32 à 1 henry environ. 650. »

Condensateurs.

Condensateurs étalons. — Modèle de M. Bouty ⁽¹⁾



Ces condensateurs sont constitués par un assemblage de feuilles de mica, argentées sur leurs deux faces par le procédé Martin; le dépôt direct du métal, sans aucune interposition de matière étrangère, permet d'utiliser, au maximum, les propriétés diélectriques du mica. L'adhérence intime de la couche d'argent a, de plus, le grand avantage d'éviter toute déformation accidentelle due aux différences de pression; l'épaisseur du diélectrique restant toujours constante, la capacité ne subit aucune variation.

Condensateur étalon , capacité 0,1 microfarad	75.	»
— — — 0,2 —	100.	»
— — — 0,5 —	125.	»
— — — 1 —	200.	»
 4 Condensateurs étalons 0,1—0,2—0,2—0,5 microfarad, réunis ensemble dans une boîte.	 400.	 »

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. xxvii; Septembre 1892.

Condensateurs industriels.



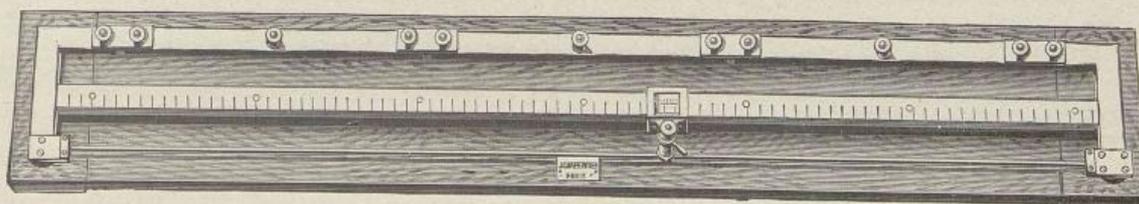
Capacité	0,1	microfarad.	.....	25.	»
—	0,2	—	.....	30.	»
—	0,33	—	.....	35.	»
—	0,5	—	.....	40.	»
—	1.	—	.....	60.	»
—	1,5	—	.....	80.	»
—	2.	—	.....	100.	»
—	5.	—	.....	200.	»
—	10.	—	.....	350.	»
—	1.	—	subdivisé en 4 sections (0,1+0,2+0,2+0,5)	110.	»
—	2.	—	subdivisés en 5 sections (0,1+0,2+0,2+0,5+1)	160.	»
—	5,5	—	subdivisés en 4 sections (0,5+1+2+2)	275.	»
—	10,5	—	subdivisés en 5 sections (0,5+1+2+2+5).	475.	»

Condensateurs industriels, de toute capacité, sur demande.



Ponts de Wheatstone.

Pont de Wheatstone à fil de platine. 200. »



Un fil de platine de $0,7 \text{ m/m}$ de diamètre et d'environ 1 ohm de résistance est maintenu par un tendeur, parallèlement à une règle métallique divisée en millimètres. Un curseur se déplace sur la règle et porte un contact mobile manœuvré à l'aide d'une manette. Ce dispositif permet d'appuyer le contact sur le fil, toujours avec la même pression.

Résistance de comparaison du Pont de Wheatstone, comprenant une seule bobine de 1, 10, 100, ou 1000 ohms 35. »

Résistance de comparaison du Pont de Wheatstone, comprenant trois bobines de 10, 100 et 1000 ohms. 80. »

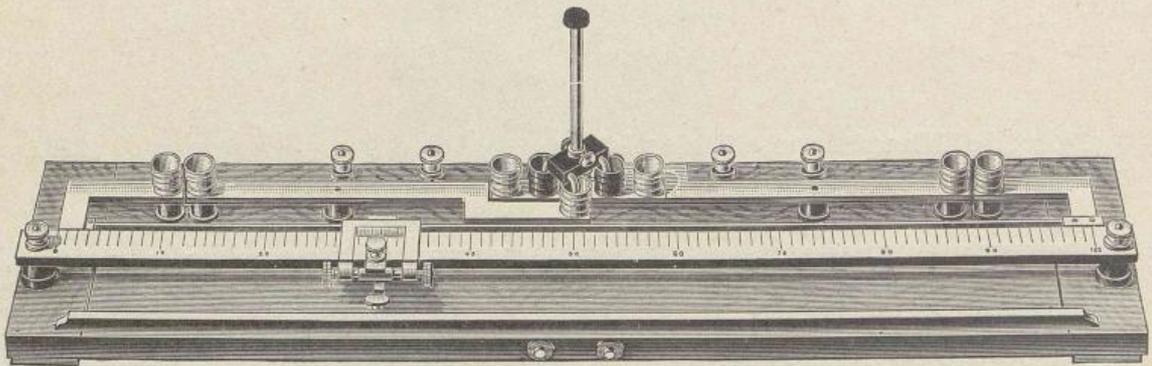
Pont de Wheatstone à fil de maillechort (modèle simple). 100. »

Le fil de maillechort a 1 m/m de diamètre et environ 0,5 ohm de résistance. La règle divisée est en bois.

Pont de Wheatstone en losange, sur socle ébonite, avec une clef de pile et une clef de galvanomètre, modèle de démonstration 90. »



Pont de Wheatstone, grand modèle de précision.



Ce pont est spécialement destiné à la comparaison et à la détermination de la valeur exacte des étalons de résistance. Trois résistances de comparaison, indépendantes de l'appareil, prennent leurs communications, ainsi que l'étalon à étudier, au moyen de godets à mercure. Le fil en laiton, soigneusement calibré, est tendu et logé en arrière d'une règle métallique divisée en millimètres; il a un diamètre de 1 millimètre et une résistance d'environ 0,1 ohm. Le curseur, parfaitement guidé, est muni d'un vernier; sa position peut être évaluée à $\frac{1}{50}$ de millimètre; il est commandé, pour les faibles déplacements, par une vis micrométrique. Un système de contact à ressort permet de n'effectuer sur le fil métallique qu'une pression constante.

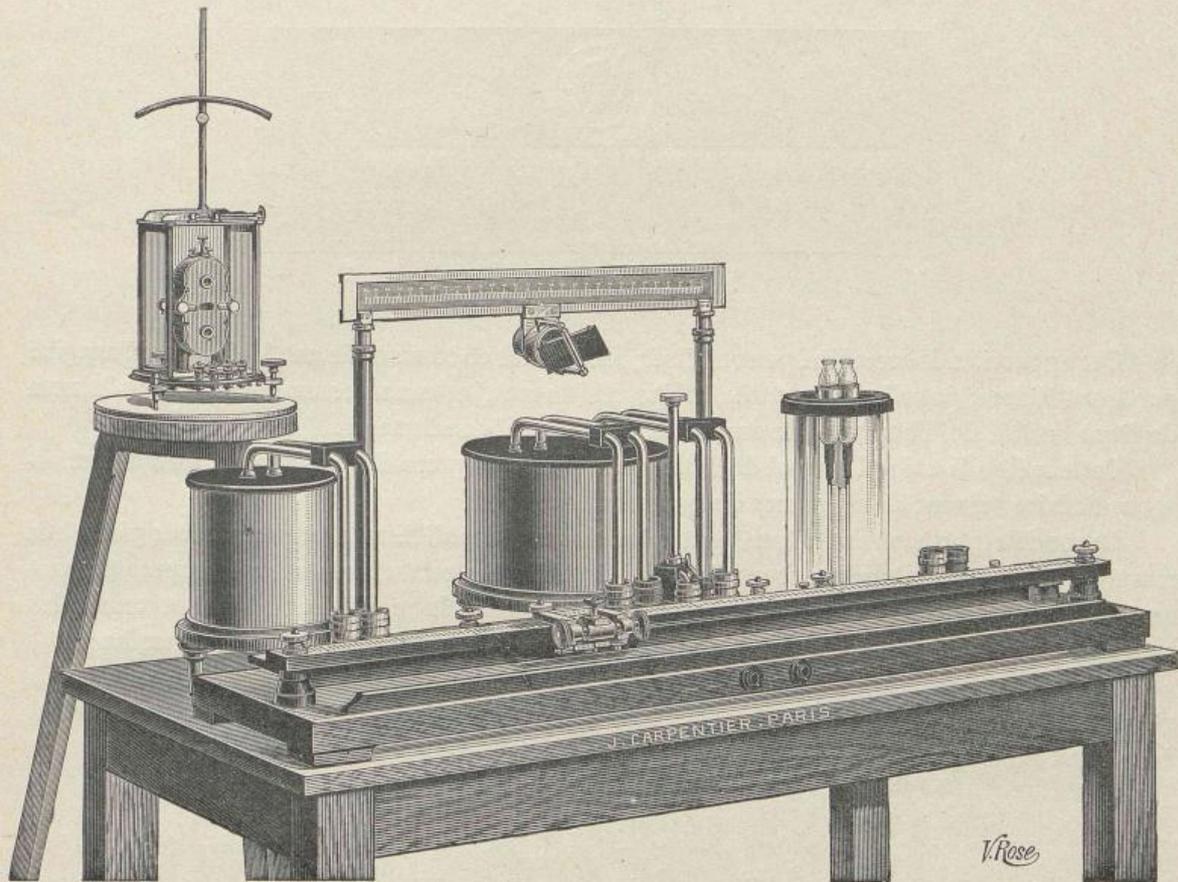
Dans ce dispositif, le fil du pont sert seulement d'appoint aux deux résistances à comparer. Pour éliminer l'inégalité des deux résistances formant bras de proportion, un commutateur à mercure permet de les substituer facilement l'une à l'autre dans l'intervalle de deux opérations. Une clef de pile et une clef de galvanomètre sont fixées sur le socle.

Prix : 500 francs

Bras double de proportion du pont de Wheatstone, comprenant deux résistances en fil de maillechort (1 ohm international) enroulées ensemble et isolées dans une masse de paraffine. 200. »

Résistance de comparaison du pont de Wheatstone, en fil de maillechort isolé dans une masse de paraffine. 100. »

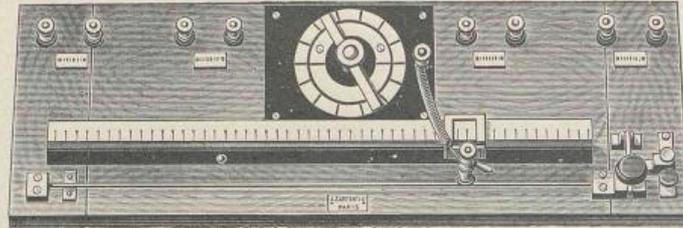
Installation pour la comparaison des étalons de résistance.



Cette installation comprend :

1 Pont de Wheatstone, grand modèle	500.	»
1 Bras double de proportion.	200.	»
1 Résistance de comparaison	100.	»
1 Galvanomètre Thomson	400.	»
1 Trépied support avec plaque crapaudine.	35.	»
1 Échelle divisée transparente.	80.	»
	<hr/>	
	1315.	»

Pont pour la mesure des faibles résistances.



Cet appareil a été combiné pour réaliser, facilement et commodément, le dispositif imaginé par Lord Kelvin, pour la mesure des faibles résistances, et connu communément sous le nom de Pont double de Thomson, ou encore de pont à neuf conducteurs.

Cette méthode exige l'emploi de deux séries de résistances de proportion, et d'une résistance linéaire servant de résistance de comparaison.

Ce modèle porte, en lui-même, toutes les liaisons des différents organes nécessaires à la mesure et ne laisse à l'opérateur que le soin d'établir les connexions avec la source de courant, le galvanomètre et la résistance à mesurer. Il permet donc d'éviter sûrement toutes les erreurs de montage que l'on commet fréquemment en se servant d'appareils indépendants.

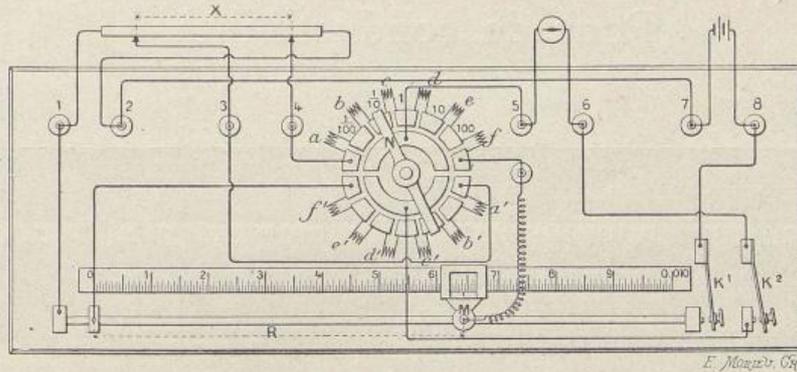
Les deux séries de résistances sont semblables entre elles et sont fractionnées chacune en six sections : a, b, c, d, e, f ; la valeur de chacune de ces sections est calculée de façon à satisfaire aux conditions suivantes :

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{100} (b+c+d+e+f) \\ (a+b) &= \frac{1}{10} (c+d+e+f) \\ (a+b+c) &= 1 (d+e+f) \\ (a+b+c+d) &= 10 (e+f) \\ (a+b+c+d+e) &= 100 (f) \end{aligned}$$

Les résistances de chacune des deux séries sont reliées à un combinateur circulaire qui permet, par la simple manœuvre d'un curseur diamétral, de réaliser simultanément, dans chacune des deux séries de résistances, le groupement donnant le rapport cherché $\frac{1}{100} \cdot \frac{1}{10} \cdot 1 \cdot 10$ ou $\frac{100}{1}$.

La barre étalonée, servant de résistance de comparaison, est une tige de maillechort, bien calibrée, de 4 millimètres de diamètre et de 50 centimètres de longueur. Sa résistance totale est déterminée aussi soigneusement que possible. La valeur de cette résistance est indiquée par une règle divisée et graduée, placée parallèlement ; sur cette règle se meut un curseur à manette dont l'extrémité inférieure porte un galet qui permet de prendre contact sur la tige étalon ; l'intervalle entre deux grandes divisions est partagé en 20 parties égales correspondant chacune à $\frac{1}{20000}$ d'ohm. Une clef de pile K¹ et une clef de galvanomètre K² complètent l'appareil.

Il suffit, pour installer ce pont, de relier le galvanomètre aux bornes 5—6, la source de courant aux bornes 7—8, d'intercaler entre les bornes 1—2 le circuit à essayer, et de mettre en dérivation sur les bornes 3—4 la portion de ce circuit dont on veut mesurer la résistance.



Pour effectuer la mesure, on amène l'équilibre du galvanomètre en déplaçant le curseur M dans le sens convenable le long de la barre étalon ; quand l'équilibre est établi, la valeur de la résistance est donné par le chiffre de la règle graduée, correspondant à la position du curseur, multiplié par le coefficient indiqué, sur le combinateur, par le curseur diamétral N.

Cet appareil permet de mesurer des résistances comprises entre $\frac{1}{100} \times 0,0001 = 0,000001$ ohm et $100 \times 0,01 = 1$ ohm.

Prix : 300 francs

Appareil pour la détermination des longueurs des conducteurs linéaires à mesurer.



Cet appareil est le complément du pont précédent, dans le cas où les conducteurs à mesurer sont des tiges droites ; il permet de prendre toujours rigoureusement la même longueur (généralement 1 mètre), et de déterminer, bien exactement, les points entre lesquels la résistance est comptée.

Son emploi est surtout recommandé dans le cas où l'on a à vérifier un grand nombre de barres de cuivre semblables ; les barres, toujours placées dans les mêmes conditions d'expérience, sont comparées entre elles avec la plus grande exactitude.

Prix : 125 francs

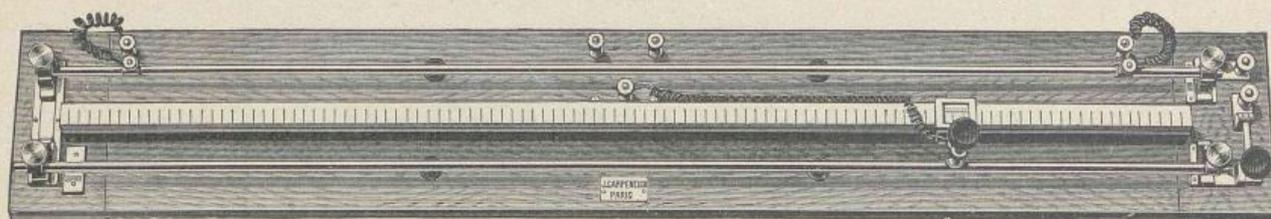
Résistance témoin du pont de Thomson.

Cette résistance a été construite pour permettre la vérification rapide de la graduation d'un pont de Thomson. Elle se place entre les bornes 1.2-3.4 de la même façon que les résistances inconnues à mesurer.

Cette résistance témoin a une valeur de $\frac{1}{100}$ d'ohm ; elle permet, à l'aide du combinateur, de vérifier les points 1 et 0,010 de la tige étalon.

Prix : 60 francs

Pont de conductibilité.



Cet appareil est la simplification du pont pour la mesure des faibles résistances. Il est basé comme lui sur la méthode de Thomson. Il est uniquement destiné à la comparaison des barres de cuivre rectilignes ; il a l'avantage de donner, directement, et sans aucun calcul, non plus le chiffre de la résistance en ohms, mais la valeur de la conductibilité. Il est spécialement construit pour les fabriques de cuivre et permet d'organiser facilement le contrôle de la fabrication. Il suffit pour cela de prélever, sur chaque lot produit, un certain nombre d'échantillons et de les tréfiler rigoureusement au même diamètre, sur 1 mètre de longueur environ.

Dans cet appareil, la tige étalon en maillechort, du pont de Thomson ; est remplacée par une barre étalon, en cuivre électrolytique, ayant exactement le même diamètre que celui des barres dont on veut connaître la conductibilité.

Cette barre type est étudiée une fois pour toutes avec soin. Sa résistance et sa conductibilité sont calculées en partant du cuivre pur de Matthiessen, dont la résistivité est de 1.598 microhm-centimètre à 0 degré.

Les quatre résistances formant les branches de proportion sont logées dans le socle de l'appareil.

Une clef de pile permet de ne faire passer le courant dans le pont que le temps nécessaire pour les lectures.

Les quatre résistances de proportion sont égales entre elles, de sorte que, quand l'équilibre est obtenu, la résistance de la longueur, entre contacts, de la barre d'essai est égale à la résistance de la barre étalon.

Un artifice très simple permet de transformer la mesure de cette longueur en mesure de conductibilité. Les conductibilités de deux barres de cuivre de même diamètre étant entre elles comme leurs longueurs pour une même résistance, il suffit de placer, par construction, les deux contacts qui limitent l'étalon à une distance, en centimètres, égale au chiffre représentant sa conductibilité, la conductibilité du cuivre pur étant exprimée par 100. Dans ces conditions, la longueur de la barre essayée, lue en centimètres sur la règle divisée, donne la valeur de la conductibilité cherchée.

Prix : 300 francs

Barres étalonnées de différents diamètres. 20. »
La boîte de 5 barres de 4 m/m, 6 m/m, 8 m/m, 10 m/m, 12 m/m 100. »

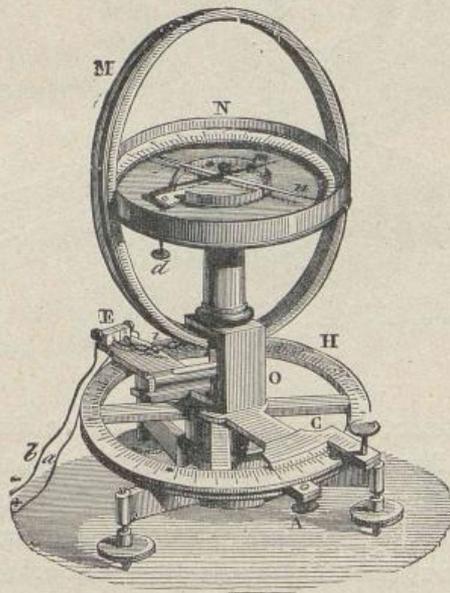
Boussoles des tangentes.

Boussole des tangentes de Pouillet.

Un cercle vertical en cuivre rouge, de $415^{\text{m}}/\text{m}$ de diamètre, est monté sur un support à vis calantes ; au centre, une aiguille aimantée, à chape d'agate, montée sur pointe, se déplace sur un cadran divisé en degrés.

Prix : 300 francs.

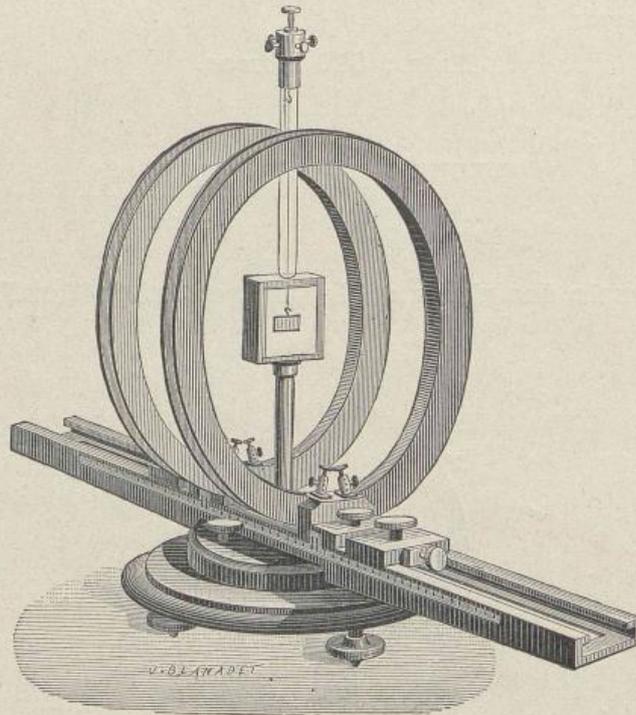
Boussole des sinus et des tangentes de Pouillet.



Le cercle vertical a $305^{\text{m}}/\text{m}$ de diamètre. Deux circuits formés, l'un par 46 tours, l'autre par 36 tours de fil de cuivre de $1^{\text{m}}/\text{m}$ de diamètre, correspondent à 4 bornes fixées sur le support.

Prix : 500 francs.

Boussole des tangentes à deux cercles de M. Mascart.



Cette boussole est entièrement construite en bois. Chacun des deux cadres est porté par une monture qui, glissant sur deux règles de bois, peut être fixée par une vis de pression, et déplacée par une vis de rappel; deux verniers permettent de mesurer la distance des cadres.

L'aimant, muni d'un miroir, et suspendu par un fil de cocon, est placé sur l'axe des bobines. La lecture des angles se fait avec une lunette et une échelle graduée.

L'ensemble de l'appareil, tournant autour d'un axe vertical, peut être réglé de façon que l'aimant soit parallèle aux plans des cadres.

Les deux cadres circulaires en bois ont 30 cm de diamètre extérieur; chacun d'eux est recouvert de 280 tours de fil de cuivre de 1 mm de diamètre.

Prix : 800 francs

Boussole des tangentes à trois cercles de M. Mascart.

Dans ce modèle, les trois cadres sont fixés à demeure sur un bâti circulaire à vis calantes ; deux de ces cadres ont le même diamètre : $42,6 \text{ c/m}$; le troisième, plus grand, a 57 c/m ; les deux petits sont disposés parallèlement, de part et d'autre du grand cadre, à une distance, d'axe en axe, de $19,6 \text{ c/m}$.

Chacun des cadres porte trois circuits superposés, constitués par l'enroulement d'un fil de cuivre rouge de 1 m/m de diamètre ; ces circuits ont, dans chacun des cadres, les nombres de tours suivants :

	1 ^{er} CADRE	2 ^e CADRE	3 ^e CADRE
Circuit intérieur	98	128	98
Circuit moyen	147	192	147
Circuit extérieur	274	384	294
	539	704	539

Les trois circuits intérieurs sont reliés ensemble ; il en est de même pour les trois circuits moyens et les trois circuits extérieurs.

Les diamètres moyens des enroulements ont, pour chacune des bobines : 456 m/m — 600 m/m — 456 m/m .

Dans ces conditions, les bobines peuvent être considérées comme représentant trois cercles de la sphère qui a pour centre le centre du grand cadre.

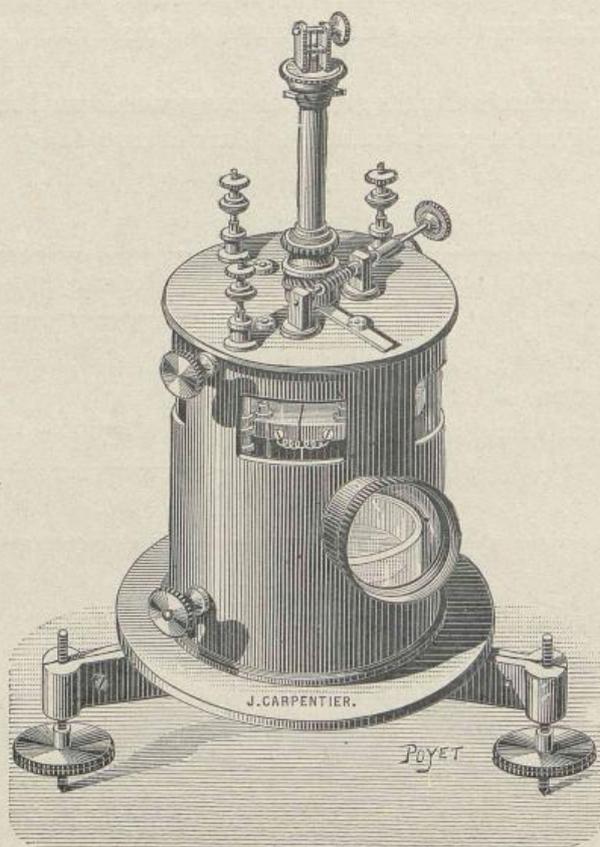
Prix : 1200 francs



Électromètres.

Électromètre Mascart.

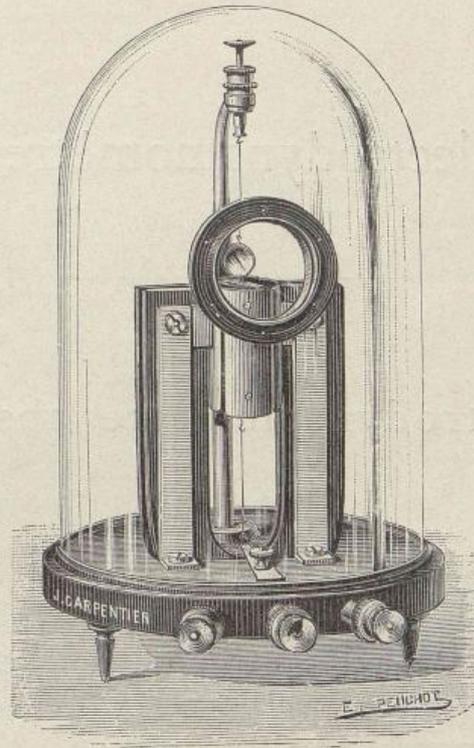
Cet électromètre est fondé sur le même principe que celui de Thomson, dont il renferme les principaux organes; sa construction, très simplifiée, a facilité son emploi pour l'étude de l'électricité atmosphérique.



Les quadrants sont fixés au plateau supérieur de la cage par des supports isolants en verre, et l'un d'eux, monté à coulisse, peut être déplacé pour le réglage. L'aiguille, en aluminium, est fixée à une suspension bifilaire, en fil de cocon, à l'intérieur de la boîte formée par les quatre quadrants; elle prend sa communication, par l'intermédiaire d'un fil de platine, dans le vase inférieur contenant de l'acide sulfurique concentré.

Prix : 225 francs

Electromètre apériodique J. Carpentier



Cet appareil a la même forme que le galvanomètre Deprez-d'Arsonval et possède la même qualité d'apériodicité.

L'armature mobile est formée par un cadre métallique rectangulaire, complètement fermé; les armatures fixes sont des portions de deux cylindres concentriques. Le cadre mobile est suspendu entre deux fils métalliques placés dans le prolongement l'un de l'autre; il porte un miroir pour la lecture des déviations.

Un aimant en U, embrassant tout le système électrométrique, a pour fonction de créer un champ magnétique dont les lignes de force sont coupées par le cadre mobile; on obtient ainsi l'apériodicité complète du système.

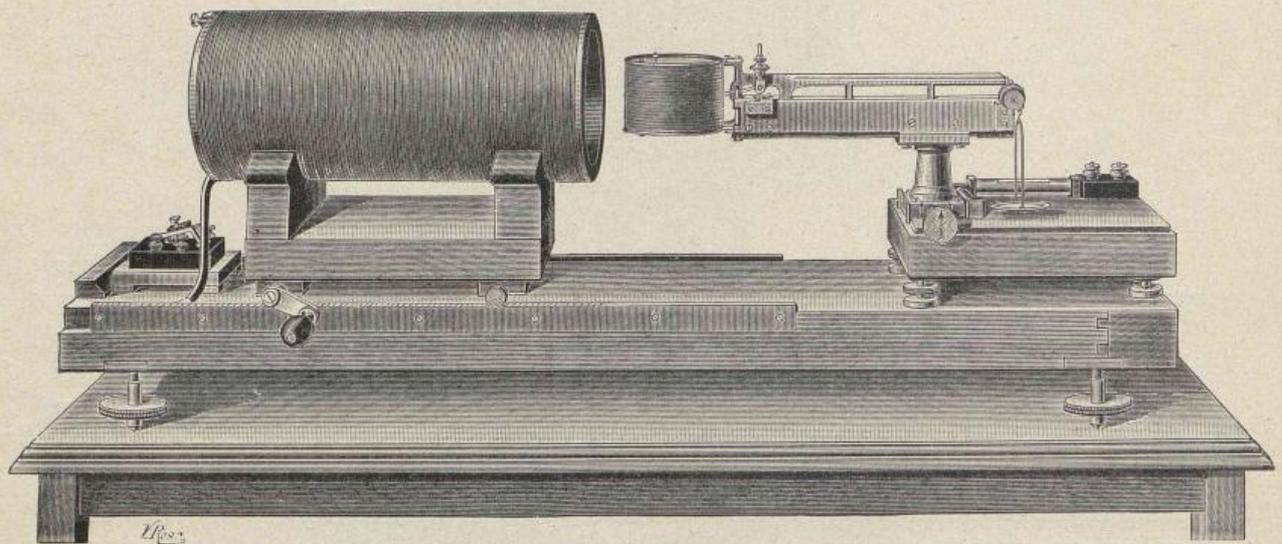
Cet électromètre, moins sensible que l'électromètre Mascart, est surtout destiné aux laboratoires industriels.

En employant une pile de charge de 100 volts, on peut obtenir une déviation de 10 m/m par volt. Par la méthode idiostatique, sans pile de charge, l'appareil peut être réglé pour les sensibilités suivantes, l'échelle étant placée à 1 mètre.

DIAMÈTRE DU FIL DE SUSPENSION	DÉVIATION	DIFFÉRENCE DE POTENTIEL	PRIX
0,05 m/m	250 m/m	75 volts	225. »
0,06 —	—	110 —	225. »
0,07 —	—	150 —	225. »
0,08 —	—	200 —	225. »

Électrodynamomètres.

Électrodynamomètre absolu.



Cet appareil a été réalisé en 1886 d'après les indications de M. Pellat⁽¹⁾. Il se compose de deux bobines concentriques à axes rectangulaires; l'une, longue et grosse, a son axe horizontal; l'autre, placée à l'intérieur de la première, a son axe vertical.

Le même courant passe dans les deux bobines; la petite, se trouvant ainsi placée dans le champ, à peu près uniforme, produit par la plus grande, est soumise à un couple qui tend à dévier son axe de la verticale: c'est la mesure de ce couple qui fait connaître l'intensité du courant.

⁽¹⁾ Voir *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, t. V. p. 195, mai 1888. — *La Lumière électrique*, t. XXIII, p. 151; t. XXVII, p. 74; t. XXIX, p. 82. — *Journal de Physique*, 2^e série, t. VI, avril 1887.

La petite bobine fait corps avec un fléau de balance qui porte à son extrémité un plateau suspendu à la façon ordinaire. En mettant des poids dans ce plateau, on fait équilibre au couple électrodynamique. L'intensité i du courant est donnée, en unités électromagnétiques C. G. S., par la formule :

$$i = \sqrt{\frac{g \cdot l \cdot e}{\pi^2 N \cdot n (1-a) d^2}} \sqrt{p} = A \sqrt{g \cdot p}.$$

- l longueur du fléau.
- e pas des spires de la bobine fixe.
- N nombre de couches de fil de la bobine fixe.
- n nombre de spires de fil de la bobine mobile.
- d diamètre des spires de fil de la bobine mobile.
- a coefficient de correction nécessité par la longueur finie de la bobine fixe.
- g intensité de la pesanteur (à Paris, 908, 896).
- p masse du poids en gramme.

Les déterminations des longueurs qui entrent dans l'expression de la constante A ont été faites par le Bureau International des poids et mesures.

Les nombres de tours ont été comptés avec le plus grand soin et toutes les vérifications possibles ont été faites, de manière à assurer à cet appareil le maximum de précision. Le terme correctif a a été déterminé par le calcul, et son exactitude a été vérifiée expérimentalement, au moyen de mesures successives correspondant à différentes positions de la bobine mobile par rapport à la bobine fixe.

Le coefficient A étant déterminé une fois pour toutes, l'intensité du courant est donnée par une simple pesée.

Les oscillations du fléau sont observées à l'aide d'un microscope, pourvu d'un réticule, qui vise un micromètre, à traits horizontaux, porté par l'extrémité du fléau. On voit, dans le microscope, ces traits se déplacer verticalement pendant les oscillations.

La balance est sensible au $\frac{1}{10}$ de milligramme ; un courant de 0,3 ampère est équilibré, à Paris, par un poids de 0,4180 gramme.

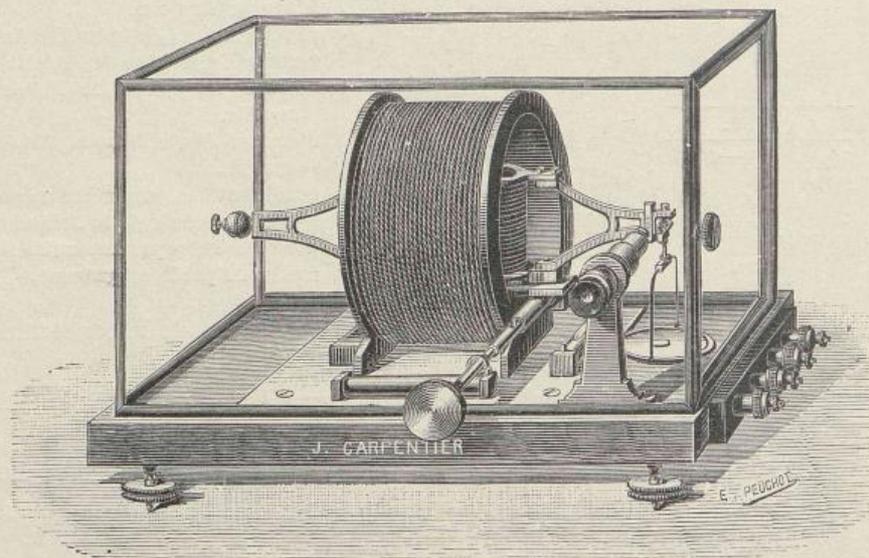
En supposant que les erreurs commises dans la détermination des facteurs de la constante s'ajoutent numériquement, on trouve que l'erreur, qui en résulte pour la valeur absolue de l'intensité du courant, ne dépasse pas $\frac{1}{2000}$.

L'électrodynamomètre absolu de M. Pellat peut être très facilement réalisé à nouveau et les nouveaux exemplaires, construits avec le même soin, donneraient des résultats aussi précis que ceux que le premier modèle a permis d'obtenir.

Prix : 5000 francs



Ampère-étalon Pellat.



Cet instrument, basé sur le même principe que l'Électrodynamomètre absolu, n'en diffère que par ses dimensions. La bobine fixe est très réduite de longueur; la bobine mobile est montée au milieu du fléau de la balance. La résistance de la bobine fixe est de 15 ohms et celle de la bobine mobile de 10 ohms.

Les ampères-étalons sont gradués par comparaison avec l'électrodynamomètre absolu et leur constante est déterminée très exactement. Cette constante a une valeur très voisine de 0,2.

L'intensité du courant est donnée, comme avec l'électrodynamomètre absolu, par une simple pesée.

Les ampères-étalons sont destinés à la mesure directe des courants variant entre 0,1 et 0,5 ampère.

La balance est sensible au $\frac{1}{10}$ de milligramme; un courant de 0,3 ampère est équilibré par 1,5 gramme environ.

Les mesures d'un même courant, faites par divers ampères-étalons, ne doivent pas différer de plus de $\frac{1}{10000}$ de leur valeur, ni de la valeur donnée par l'électrodynamomètre absolu.

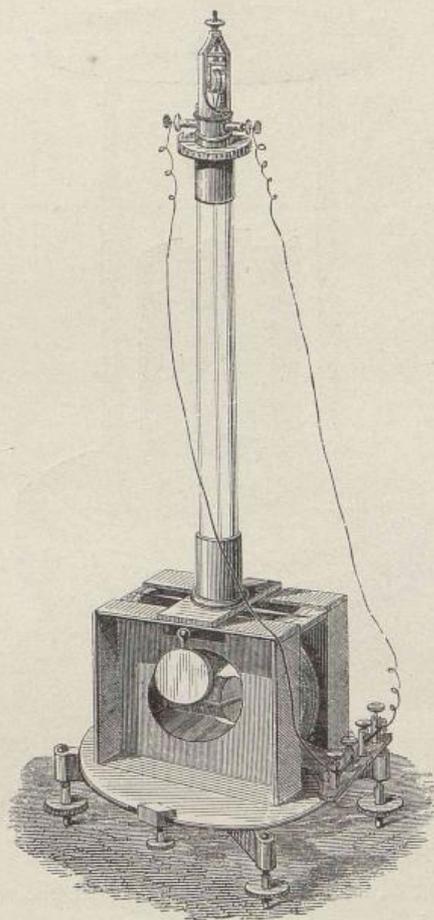
Un ampère-étalon permet, en outre : 1° de mesurer, par une méthode indirecte, à l'aide d'un réducteur, toutes les intensités de courants.

2° Joint à un étalon de résistance, de mesurer exactement toutes les forces électromotrices.

3° Joint à une boussole des tangentes, de mesurer la composante horizontale du magnétisme terrestre.

Ampère-étalon.	700.	»
Boîte de poids 1, 2, 2, 5 grammes, en cuivre platiné, et subdivisions du gramme en platine.	45.	»
Commutateur inverseur à mercure.	60.	»

Électrodynamomètre de Weber.

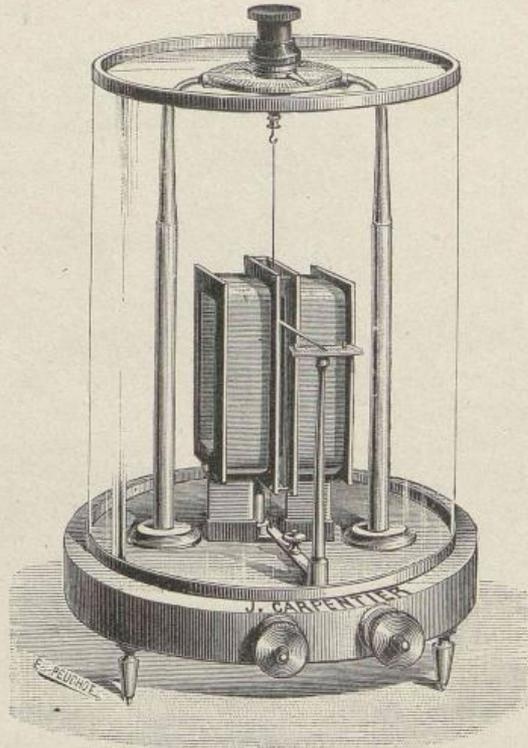


Cet appareil est conforme au modèle classique établi par Ruhmkorff. La bobine mobile est placée, dans un étrier, au centre de la bobine fixe; elle est soutenue par une suspension bifilaire, qui sert en même temps à amener le courant. Les deux fils ont 50 ^c/_m de longueur et peuvent être écartés, l'un de l'autre, au moyen de vis de réglage. La tête de la suspension est munie d'un tambour divisé, sur lequel se lisent les angles de torsion faisant équilibre aux couples électrodynamiques.

Prix : 600 francs



Électrodynamomètre J. Carpentier.



Cet appareil se compose de deux cadres fixes et d'un cadre mobile, analogue à celui du galvanomètre Deprez-d'Arsonval.

Les deux cadres fixes sont enroulés d'une lame de cuivre rouge, et reliés entre eux en série; le cadre mobile est fait en fil de cuivre fin, et placé en dérivation sur le circuit fixe; dans ces conditions, le courant qui le traverse, et qui lui est amené par ses deux ressorts de suspension, n'est qu'une faible fraction du courant total. Une aiguille en aluminium, fixée au cadre mobile, se meut entre deux butoirs; un trait de repère indique la position d'équilibre.

A la partie supérieure, un bouton en ébonite porte un index qui permet de lire l'angle de torsion sur un cadran divisé.

L'intensité du courant mesuré est égale au produit de la racine carrée de l'angle de torsion par la constante de l'appareil.

Les intensités maxima, données par le tableau ci-dessous, correspondent à un angle de torsion de 35° environ.

MODÈLES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Intensités maxima en ampères	5	1	15	20	25	30	40	50	75	100	125
Prix . . .	300. »	310. »	320. »	330. »	340. »	350. »	360. »	370. »	380. »	390. »	400. »

Ce modèle d'électrodynamomètre peut être disposé pour la mesure des différences de potentiel des courants alternatifs. Dans ce cas, les lames du circuit fixe sont remplacées par des fils de cuivre fins.

MODÈLES	I	II	III
Différences de potentiel maxima en volts	25	50	100
PRIX . . .	300. »	350. »	400. »

Des boîtes de résistance, sans self-induction, peuvent être jointes à ces appareils pour augmenter l'étendue des mesures.

Boîte de résistance permettant de mesurer 250 volts.	50. »
Boîte de résistance permettant de mesurer 500 volts.	75. »

Wattmètres J. Carpentier.

Ces appareils sont semblables, comme construction, aux électrodynamomètres de la série précédente; ils n'en diffèrent que par le groupement des circuits. Au lieu d'être reliés ensemble, les deux circuits sont indépendants, le circuit fixe est parcouru par le courant total, le cadre mobile par une dérivation proportionnelle au voltage.

Ces appareils sont complétés par une boîte indépendante, contenant des résistances proportionnelles aux voltages des courants employés.

Les wattmètres sont désignés, dans le tableau ci-contre, par l'intensité maximum du courant qu'ils peuvent supporter.

Wattmètres

MODÈLES	I	II	III	IV	V
Intensités maxima en ampères	5	10	25	50	100
PRIX . . .	300. »	310. »	340. »	370. »	390. »

Boîtes de résistances additionnelles pour wattmètres

Boîte divisée en trois sections, pour 150 volts.	200. »
— — — — — 250 volts.	250. »
— — — — — 500 volts.	300. »

Des boîtes de résistances additionnelles, pour d'autres voltages, sont construites sur demande.

Wattmètre portatif J. Carpentier.



Cet appareil est basé sur le même principe que les wattmètres précédents; il n'en diffère que par sa construction, qui a été étudiée en vue des mesures industrielles à effectuer en dehors du laboratoire.

Il est contenu dans une boîte en bois de 30 centimètres de hauteur. L'ouverture du couvercle rend accessibles les organes nécessaires à la mise en expérience; pour faciliter le transport, le calage du cadre mobile est assuré automatiquement par la fermeture du couvercle.

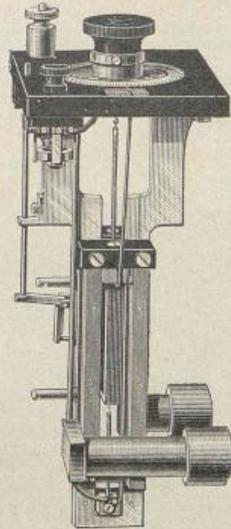
Cet instrument est livré avec une paire de câbles souples, munis de fiches en cuivre rouge; les deux fiches, ayant exactement la même conicité que les prises de courant, servent à assurer des contacts parfaits.

Le plateau supérieur, en ébonite, porte un petit commutateur inverseur qui permet, le courant étant amené au wattmètre dans un sens quelconque, de faire passer ce courant, dans le cadre mobile, dans le sens convenable, c'est-à-dire de façon que l'index ait sa déviation de gauche à droite, et cela sans que l'on soit obligé d'intervertir les connexions.

Le wattmètre est complété par une série de résistances sans induction. Ces résistances sont contenues dans une boîte indépendante, de mêmes dimensions que celle du wattmètre; elles sont destinées à être jointes en série à la résistance du cadre mobile. L'emploi de ces résistances additionnelles est indispensable, car le circuit mobile est incapable, vu sa faible résistance (environ 200 ohms), de supporter seul la totalité de la dérivation; il ne peut supporter plus de 20 volts sans danger. Les subdivisions des résistances, calculées d'après la constante du wattmètre, permettent des combinaisons procurant plusieurs sensibilités; elles sont choisies de telle sorte que les coefficients, à introduire dans les calculs, sont toujours des nombres entiers.

Pour avoir la puissance en watts, il suffit de multiplier le nombre de degrés de torsion par le coefficient de tarage.

Les modèles courants diffèrent par la section du circuit fixe, c'est-à-dire par l'intensité maximum qu'ils peuvent supporter. Les résistances, au contraire, sont classées d'après les



voltages auxquels elles sont destinées. Les résistances sont généralement subdivisées en trois sections ; ces sections correspondent, pour chaque modèle de wattmètre, à des coefficients différents. Les coefficients sont, comme il a été dit plus haut, des nombres entiers, et représentent le nombre de watts par degré d'angle de torsion.

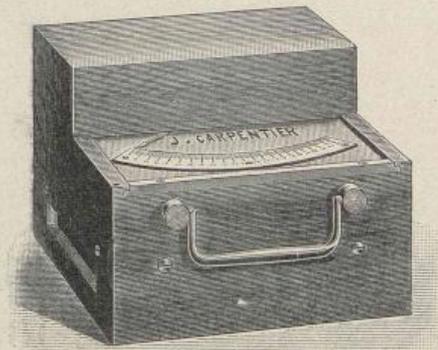
Le tableau suivant indique, pour chaque modèle : l'intensité maximum, le coefficient correspondant à chacune des résistances *a*, *b*, *c*, et la puissance maximum que l'on peut mesurer, cette puissance étant calculée en admettant une torsion de 350 degrés.

WATTMÈTRES			RÉSISTANCES POUR 150 VOLTS					RÉSISTANCES POUR 250 VOLTS					RÉSISTANCES POUR 500 VOLTS				
Modèles	Intensité maximum ampères	PRIX FRANCS	WATTS PAR DEGRÉ			Puissance maximum kilowatts	PRIX FRANCS	WATTS PAR DEGRÉ			Puissance maximum kilowatts	PRIX FRANCS	WATTS PAR DEGRÉ			Puissance maximum kilowatts	PRIX FRANCS
			a	b	c			a	b	c			a	b	c		
A	50	225. »	3	10	20	7	125. »	5	20	40	14	150. »	10	30	70	24,5	200. »
B	100	250. »	5	20	40	14	130. »	10	30	70	24,5	160. »	20	50	150	52,5	215. »
C	150	275. »	10	20	60	21	135. »	12	30	100	35	170. »	25	100	200	70	230. »
D	200	300. »	10	30	80	28	140. »	15	50	150	52,5	180. »	30	100	300	105	245. »
E	300	350. »	20	50	120	42	145. »	30	100	200	70	190. »	50	100	400	140	260. »
F	400	400. »	20	50	150	52,5	150. »	30	100	300	105	200. »	50	200	600	210	275. »
G	500	450. »	20	60	200	70	155. »	30	100	350	122	210. »	50	200	700	245	290. »

Des modèles de wattmètres pour des intensités plus élevées ou plus faibles, et des résistances pour des voltages différents sont construits sur demande. Le nombre des sections des résistances cataloguées peut être modifié suivant les besoins.

Wattmètre portatif à lecture directe.

Dans cet instrument, le cadre mobile est monté sur un axe vertical qui pivote dans des chapes en saphir ; il porte une aiguille qui se déplace sur un cadran divisé et gradué directement en watts. Le courant lui est amené par deux ressorts spiraux en bronze qui servent en même temps à produire la force antagoniste.



Les trois prises de courant sont montées sur la face postérieure de la boîte.
Ces appareils sont tarés pour un voltage maximum de 150 volts.

MODÈLES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Puissances maxima en hectowatts.	10	25	50	75	100	150	200	300
PRIX. . .	225. »	225. »	250. »	250. »	275. »	275. »	300. »	325. »

Wattmètres, à lecture directe, pour tableaux de distribution.

Ces appareils, analogues aux précédents, sont disposés pour fonctionner verticalement. L'axe du cadre mobile est horizontal, et pivote dans des chapes en saphir.
Ces wattmètres sont tarés pour un voltage maximum de 150 volts.

MODÈLES	I	II	III	IV	V
Puissances maxima en kilowatts	10	20	30	40	50
PRIX. . .	250. »	275. »	300. »	325. »	350. »

Ateliers Ruhmkorff

J. CARPENTIER

Ingénieur-Constructeur

20, Rue Delambre, 20

PARIS-14^e

Wattmètres thermiques

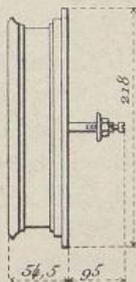
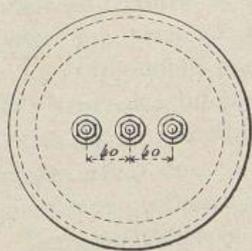
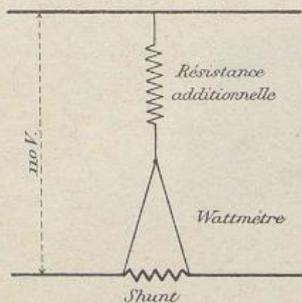
Modèles pour tableaux (diam. 180 m/m)

WATTMÈTRE POUR BASSE TENSION

(Avec Résistance additionnelle et Shunt)

Wattmètre seul.....	150 Fr.	
Résistance additionnelle pour 110 volts...	75 »	
Résistance additionnelle pour 220 volts...	125 »	
Shunts {	25 ampères.....	60 »
	50 ».....	60 »
	100 ».....	100 »

Schéma de Wattmètre basse tension



WATTMÈTRE POUR HAUTE TENSION

(Appareil pouvant utiliser les deux transformateurs de l'Ampèremètre et du Voltmètre)

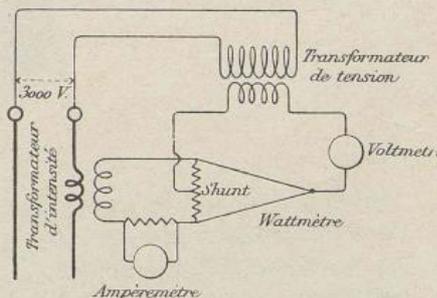
Installation pour Wattmètre seul

Wattmètre seul.....	150 Fr.
Transformateur de tension jusque 3000 volts (alimentant le Voltmètre).....	150 »
Transformateur d'intensité isolé pour 3000 volts (alimentant l'Ampèremètre).....	150 »
Shunt de Wattmètre (et d'Ampèremètre, en même temps).....	50 »

Installation pour Voltmètre, Ampèremètre et Wattmètre

Wattmètre, Transformateurs et Shunt....	500 Fr.
Voltmètre.....	120 »
Ampèremètre.....	120 »

Schéma de tableau haute tension



Supplément

pour dispositifs spéciaux

Prises de courant traversant le tableau.....	10 Fr.
Dispositif pour Appareil à double face.....	100 »

Polythermique

Appareil portatif pour le contrôle des installations, permettant de mesurer l'intensité la tension, la puissance et le décalage

(Envoi de la notice spéciale, sur demande)

Polythermique 110 volts.....	300 Fr.	Shunts {	25 ampères.....	60 »
Résistance 220 volts.....	100 »		50 ».....	60 »
			100 ».....	100 »

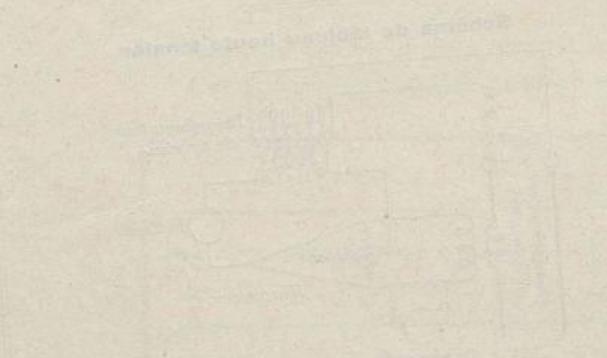
J. CARPENTIER

Wattmètres thermiques

20 Rue de Valenciennes
PARIS - 10^e

WATTMÈTRE POUR HAUTE TENSION

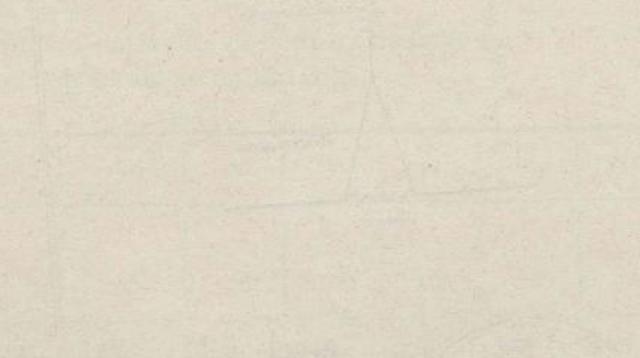
Installation pour Wattmètre seul
Wattmètre seul
Wattmètre avec transformateur
Wattmètre avec transformateur et bobine
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible et interrupteur



Supplément
Wattmètre avec transformateur et bobine
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible et interrupteur

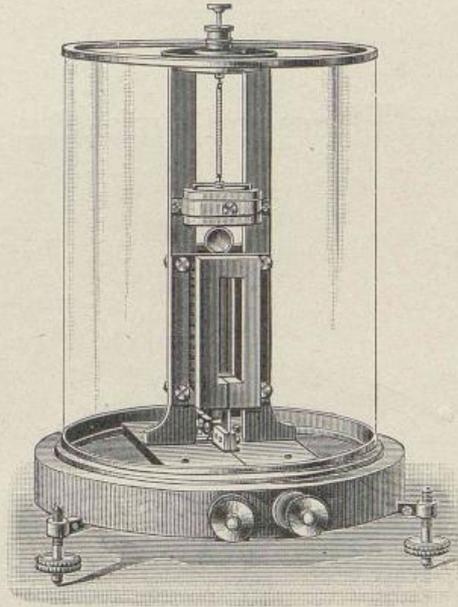
WATTMÈTRE POUR BASSE TENSION

Wattmètre seul
Wattmètre avec transformateur
Wattmètre avec transformateur et bobine
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible et interrupteur



Wattmètre avec transformateur
Wattmètre avec transformateur et bobine
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible
Wattmètre avec transformateur et bobine et fusible et interrupteur

Wattmètre à miroir.



Ce modèle ne peut être utilisé que pour la mesure des très petites puissances ; il est analogue aux précédents, le cadre mobile porte un miroir. Pour obtenir la fixité des déviations et faciliter les lectures, le système mobile est bien amorti ; à cet effet, un cadre rectangulaire, en cuivre rouge, placé au-dessus du miroir, se déplace dans le champ d'un petit aimant permanent.

Le cadre mobile a une résistance de 75 ohms et un coefficient de self-induction d'environ 0,0027 henry. La différence de potentiel aux bornes ne doit pas dépasser 3,5 volts.

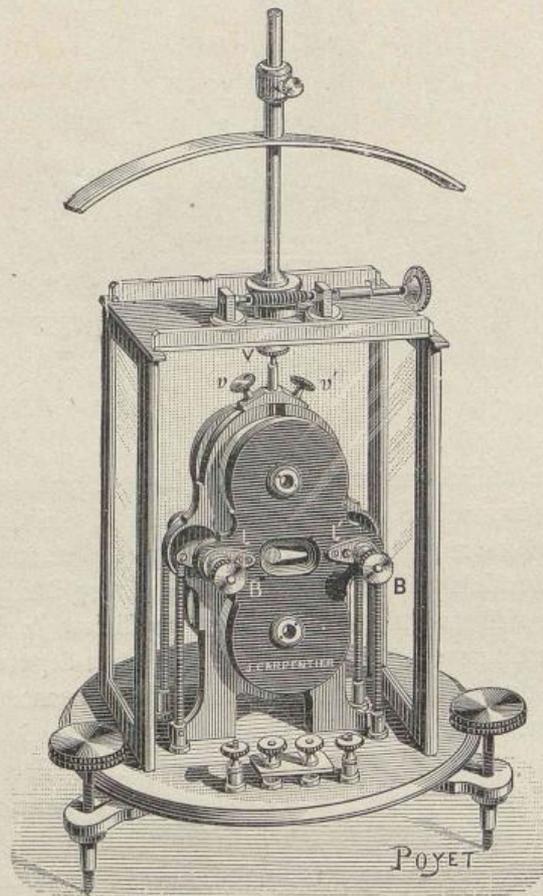
Des résistances additionnelles permettent de diminuer la constante de temps, et, par suite, la légère erreur due au retard du courant dérivé sur la différence de potentiel mesurée, en même temps qu'elles réduisent, dans le même rapport, la sensibilité de l'appareil.

Deux modèles sont établis : le premier peut supporter un courant maximum de 1 ampère, le second de 5 ampères. Les sensibilités de ces instruments sont telles qu'une déviation de $100 \frac{m}{m}$ sur une échelle placée à 1 mètre correspond, pour le premier modèle, à $0^{\text{watt}}150$, et pour le second, à $0^{\text{watt}}75$.

Prix : 300 francs

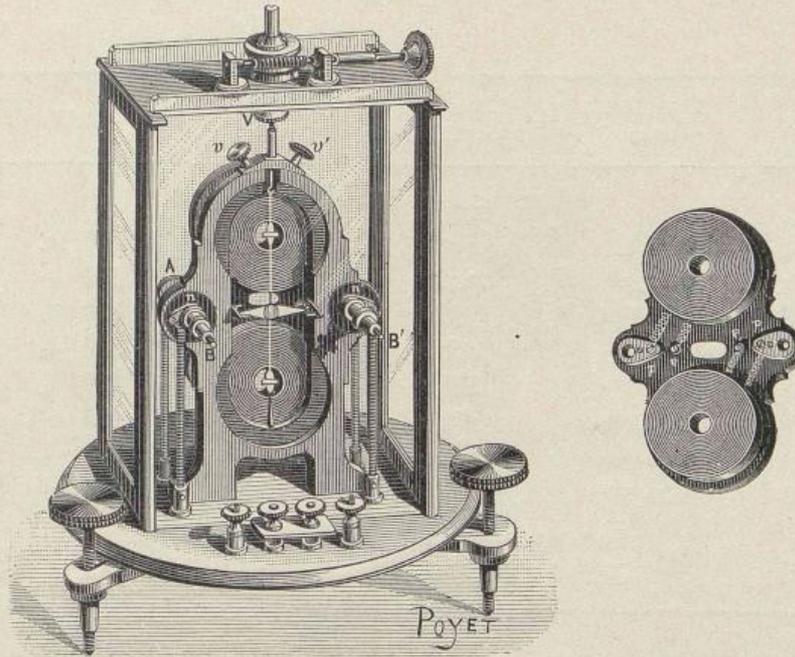
Galvanomètres.

Galvanomètre Thomson, modèle Carpentier

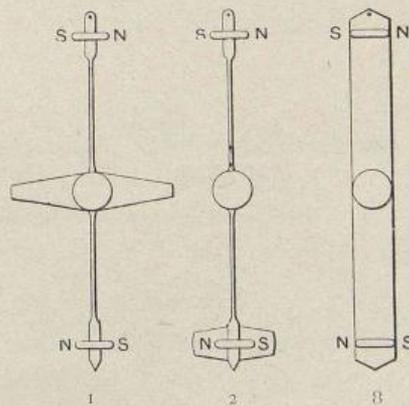


Cet appareil se compose de deux parties : l'une comprend le plateau de base à vis calantes, la cage de fermeture à parois de glaces, et une pièce centrale ajourée ; cet ensemble ne forme donc qu'un simple support sur lequel on peut monter facilement, au moyen de prises de communication appropriées, l'autre partie qui constitue le système galvanométrique proprement dit, c'est-à-dire les bobines de circuit et l'équipage aimanté.

Ce dispositif rend très accessible l'équipage aimanté ; cet équipage peut être mis en place, réparé et remplacé avec la plus grande facilité. Il en est de même pour les bobines de circuit qui peuvent aussi être remplacées par d'autres séries, de résistances et de nombres de tours différents, appropriées aux mesures à effectuer.



Les équipages employés dans ces galvanomètres sont établis suivant les trois modèles ci-dessous.



Le modèle n° 3 est spécialement recommandé pour les mesures des isolements.

- Galvanomètre Thomson** avec une série de 4 bobines n° 8 en fil de 0,8^m/m. 400. »
Galvanomètre Thomson avec une série de 4 bobines n° 1 en fil de 0,1^m/m. 450. »
Galvanomètre Thomson avec une série de bobines différentielles n° 9. . 500. »

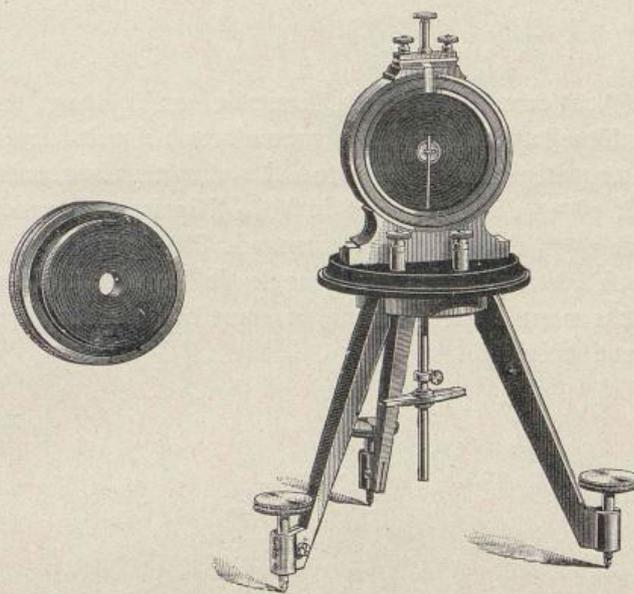
Série de 4 bobines de rechange pour galvanomètre Thomson

N°	DIAMÈTRE DU FIL	NOMBRE DE TOURS PAR BOBINE	RÉSISTANCE TOTALE	PRIX
SÉRIES DE 4 BOBINES SIMPLES				
1	0,10 ^{m.m.}	13 000	14 000 ohms	150 fr.
2	0,12 ^{m.m.}	7 050	4 800 —	140 —
3	0,17 ^{m.m.}	5 450	2 100 —	130 —
4	0,20 ^{m.m.}	4 500	1 200 —	120 —
5	0,22 ^{m.m.}	3 500	700 —	110 —
6	0,30 ^{m.m.}	2 300	300 —	105 —
7	0,40 ^{m.m.}	1 300	80 —	100 —
8	0,80 ^{m.m.}	400	6 —	100 —
SÉRIE DE 4 BOBINES DIFFÉRENTIELLES				
9	0,10 ^{m.m.}	2 × 4700	2 × 5600	200 —

Toutes ces séries de bobines sont interchangeables, et peuvent être mises en place sur les supports de tous les galvanomètres.



Galvanomètre Thomson à 2 bobines modèle Carpentier.



Ce modèle a, comme le précédent, le grand avantage d'être facilement démontable. Les deux bobines, tenues dans des montures en cuivre, sont vissées sur les deux côtés du support. Par leur mise en place, les communications se trouvent établies. Les deux bobines sont reliées en série, et leurs deux extrémités communiquent aux deux bornes de prise de courant placées sur le socle, l'aimant directeur est placé à la partie inférieure, entre les branches du pied support.

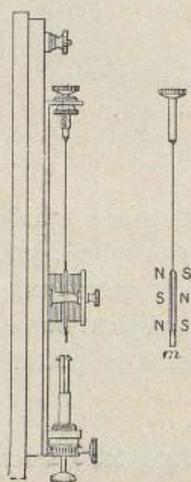
Prix : 200 francs

Séries de deux bobines de rechange.

N ^o	DIAMÈTRE DU FIL	NOMBRE DE TOURS DE BOBINE	RÉSISTANCE TOTALE	PRIX
1	0,10 ^{m.m.}	13000	7000 ohms	100 fr.
2	0,12 ^{m.m.}	7050	2400 —	90 —
3	0,17 ^{m.m.}	5450	1000 —	85 —
4	0,20 ^{m.m.}	4500	500 —	80 —
5	0,30 ^{m.m.}	2300	150 —	75 —

Galvanomètre Broca.

Ce galvanomètre (1) est caractérisé par la forme de son équipage mobile qui, contrairement à ce qui existe habituellement dans les galvanomètres à circuit fixe, est constitué par deux aimants dont les axes magnétiques sont verticaux. Le circuit galvanométrique est formé par deux petites bobines de 28^m/_m de diamètre et de 8^m/_m d'épaisseur ; ces deux bobines laissent entre elles un espace de 2^m/_m dans lequel est suspendu l'équipage mobile. Les extrémités des bobines communiquent à 4 bornes fixées sur le socle de l'appareil. L'une des deux bobines, la bobine antérieure, est montée sur un support amovible, de sorte que l'emplacement de l'équipage est facilement accessible.



Le système aimanté est constitué par deux barreaux parallèles écartés l'un de l'autre de 2^m/_m ; chacun des barreaux est formé par un tube en acier magnétique de 0,7^m/_m de diamètre extérieur et de 35^m/_m de longueur. La principale particularité de ce système réside dans l'aimantation de ces barreaux ; chacun d'eux a trois pôles, deux de même nom aux extrémités et un pôle conséquent en son milieu ; de plus, l'aimantation est telle que les pôles conséquents des deux barreaux sont : l'un nord et l'autre sud.

(1) *Comptes Rendus : Académie des Sciences*, t. cxx vii p. 101, séance du 13.7. 1896.
Société française de physique, Ann. 1896, séance du 17.7. 1896, p. 249.

L'équipage est suspendu à un fil de cocon de $8^c/m$ de longueur, et porte, à sa partie inférieure, un très petit miroir plan m , de $2^m/m$ de largeur sur $8^m/m$ de hauteur; l'ensemble de tout le système mobile ne pèse que 2 décigrammes.

Cet équipage a le grand avantage de pouvoir facilement être réalisé astatique.

L'équipage est suspendu dans l'espace libre compris entre les deux bobines, à une hauteur telle que les deux pôles conséquents correspondent au centre des bobines.

Un petit aimant directeur, d'environ 2 centimètres de longueur, est supporté par une tige verticale qui, à l'aide de deux boutons moletés, peut recevoir un mouvement ascensionnel et un mouvement de rotation: il peut ainsi être approché très près de l'extrémité inférieure de l'équipage, et de plus, être orienté dans différents azimuts.

L'équipage est suspendu à une potence facilement amovible.

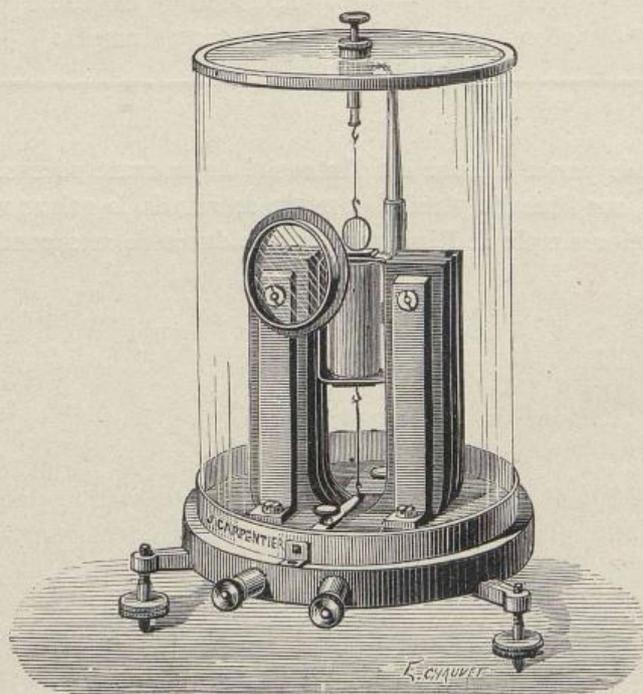
MODÈLES	CIRCUIT DES DEUX BOBINES			CONSTANTE	PRIX
	DIAMÈTRE DU FIL	NOMBRE DE TOURS	RÉSISTANCE		
A	0,6 ^{m.m.}	360	1,4 ohm	11×10^{-10} ampère	250 fr.
B	0,5 ^{m.m.}	560	3 ohms	7×10^{-10} ampère	—
C	0,4 ^{m.m.}	1000	10 —	$3,95 \times 10^{-10}$ ampère	—
D	0,3 ^{m.m.}	1400	17 —	$2,8 \times 10^{-10}$ ampère	—
E	0,2 ^{m.m.}	2720	95 —	$1,44 \times 10^{-10}$ ampère	—
F	0,1 ^{m.m.}	7800	1070 —	$0,5 \times 10^{-10}$ ampère	—

La constante donnée par ce tableau est l'intensité du courant nécessaire pour produire une déviation de $1^m/m$, sur l'échelle placée à 1 mètre du miroir, le galvanomètre étant réglé de telle sorte que l'oscillation simple de l'équipage ait une durée de 10 secondes.



Galvanomètres Deprez-d'Arsonval

Créés en 1881, par MM. Deprez et d'Arsonval, ces galvanomètres ont vu, depuis cette époque, le champ de leur emploi augmenter de jour en jour. Des constructeurs du monde entier s'en sont fait une spécialité. Sur le principe qui leur sert de base, un grand nombre de modèles ont été réalisés : les uns, d'une extrême sensibilité, ont détrôné, jusque dans les laboratoires, les galvanomètres à aimants mobiles ; les autres, portatifs et rustiques, sont devenus dans l'industrie les mesureurs d'intensité les plus précieux et les plus commodes pour le courant continu. Ces appareils ont conservé le nom de leurs auteurs ; ils sont toutefois communément appelés : Galvanomètres d'Arsonval, ou encore : Galvanomètres à cadre mobile.



La marge des mesures auxquelles se prêtent ces instruments est très étendue ; leur sensibilité dépend du modèle du cadre et du diamètre du fil de suspension.

Le tableau suivant indique le diamètre du fil de cuivre, le nombre de tours et la résistance des cadres les plus généralement employés.

MODÈLES	FIL DE CUIVRE	NOMBRE DE TOURS	RÉSISTANCE
	DIAMÈTRE		
A	0,50 mm.	40	1 ohm
B	0,40 —	70	2 ohms
C	0,29 —	150	6,5 —
D	0,17 —	400	60 —
E	0,10 —	500	200 —
F	0,07 —	1 200	1 130 —

Les fils de suspension, en argent, ont $0^m/m 08$, $0^m/m 10$, $0^m/m 12$, ou $0^m/m 15$ de diamètre; pour les galvanomètres très sensibles, on emploie une suspension spéciale formée, à la partie supérieure, d'un ruban de très faible épaisseur, en bronze, et, à la partie inférieure, d'un ressort en hélice dont le couple de torsion est négligeable.

Le tableau de la page 55 indique, pour chacun des cadres et chacune des suspensions : 1° la valeur de la sensibilité obtenue; cette sensibilité est donnée par la fraction d'ampère nécessaire pour faire dévier de 1 millimètre, sur l'échelle placée à 1 mètre, l'image projetée par le miroir; 2° la durée d'une oscillation simple de l'équipage mobile; 3° la résistance critique d'amortissement, c'est-à-dire la résistance maximum du circuit dans lequel le cadre est complètement amorti; cette valeur comprend la résistance propre du cadre.

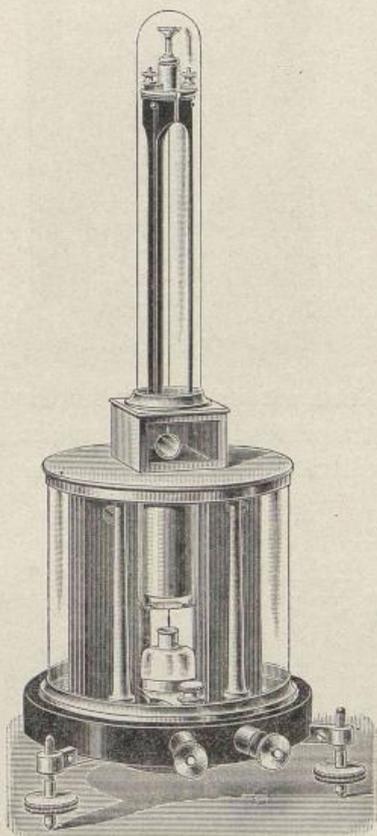
Les aimants des galvanomètres montés avec des suspensions en fils plats ou en fil de $0,08^m/m$ de diamètre sont munis de pièces polaires cylindriques.

Prix :

Modèle à aiguille et cadran divisé , sur socle acajou	100. »
Modèle à aiguille et cadran divisé , monté sur planchette s'accrochant au mur	75. »
Modèle à miroir , sur socle acajou	110. »
Modèle à miroir, portatif , dans une boîte acajou.	140. »
Modèle à miroir , sur socle acajou, différentiel	160. »
Modèle à miroir, à cadre de rechange	200. »
Modèle à miroir , sur socle ébonite.	175. »
Modèle à miroir , sur socle ébonite, différentiel	200. »
Modèle à miroir , sur socle acajou, avec pièces polaires	140. »
Modèle à miroir , sur socle ébonite, avec pièces polaires	190. »

CADRE — MODÈLE :	FIL DE SUSPENSION	CONSTANTE	DURÉE D'UNE OSCILLATION SIMPLE	RÉSISTANCE D'AMORTISSEMENT
A	millimètres 0,08	$5\ 100 \times 10^{-10}$ ampère	1,69 seconde	6,2 ohms
—	0,10	$12\ 500 \times 10^{-10}$ —	1,08 —	4. —
—	0,12	$26\ 400 \times 10^{-10}$ —	0,75 —	2,72 —
—	0,15	$62\ 500 \times 10^{-10}$ —	0,48 —	1,78 —
—	plat	745×10^{-10} —	5,55 —	8,7 —
B	0,08	$2\ 900 \times 10^{-10}$ —	1,77 —	18,2 —
—	0,10	$7\ 150 \times 10^{-10}$ —	1,13 —	11,7 —
—	0,12	$14\ 900 \times 10^{-10}$ —	0,78 —	8. —
—	0,15	$35\ 700 \times 10^{-10}$ —	0,50 —	5,2 —
—	plat	427×10^{-10} —	5,8 —	25,6 —
C	0,08	$1\ 350 \times 10^{-10}$ —	1,95 —	74. —
—	0,10	$3\ 330 \times 10^{-10}$ —	1,25 —	47,5 —
—	0,12	$6\ 950 \times 10^{-10}$ —	0,86 —	32,3 —
—	0,15	$16\ 660 \times 10^{-10}$ —	0,56 —	21,2 —
—	plat	200×10^{-10} —	6,4 —	103. —
D	0,08	510×10^{-10} —	1,8 —	595. —
—	0,10	$1\ 250 \times 10^{-10}$ —	1,15 —	385. —
—	0,12	$2\ 600 \times 10^{-10}$ —	0,80 —	262. —
—	0,15	$6\ 250 \times 10^{-10}$ —	0,51 —	172. —
—	plat	75×10^{-10} —	5,9 —	825. —
E	0,08	405×10^{-10} —	1,4 —	1220. —
—	0,10	$1\ 000 \times 10^{-10}$ —	0,9 —	790. —
—	0,12	$2\ 080 \times 10^{-10}$ —	0,62 —	540. —
—	0,15	$5\ 000 \times 10^{-10}$ —	0,4 —	350. —
—	plat	59×10^{-10} —	4,6 —	1670. —
F	0,08	170×10^{-10} —	1,39 —	9800. —
—	0,10	416×10^{-10} —	0,89 —	6350. —
—	0,12	870×10^{-10} —	0,61 —	4350. —
—	0,15	$2\ 800 \times 10^{-10}$ —	0,40 —	2810. —
—	plat	$24,5 \times 10^{-10}$ —	4,57 —	13400. —

Galvanomètre Deprez-d'Arsonval, unifilaire.



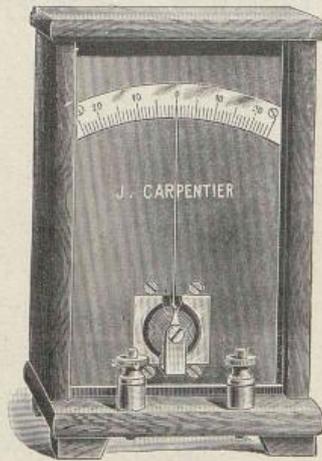
Dans ce modèle, le cadre mobile est suspendu par un seul fil métallique de 12 centimètres de longueur. Le courant est amené par un godet à mercure, placé à la partie inférieure, dans lequel plonge un fil fin, en platine, soudé à l'un des bouts du fil du cadre. L'équipage mobile est supporté par une tête réglable fixée, par deux boutons, à l'extrémité d'une colonne ajourée; tout cet ensemble est facilement amovible. L'appareil est recouvert par un système de deux cloches cylindriques, réunies par une cage rectangulaire, munie, sur une de ses faces, d'une glace légèrement inclinée pour éviter les réflexions.

Le cadre mobile a une résistance de 200 ohms; sa durée d'oscillation est d'environ 4 secondes; dans ces conditions, une déviation de 1 m/m, sur l'échelle placée à 1 mètre, correspond à un courant de 60×10^{-10} ampère; la résistance critique d'amortissement est de 1650 ohms.

Prix : 300 francs

Voir le Journal "La Lumière électrique", t. xxxii, n° 19, p. 263, 11 Mai 1839.

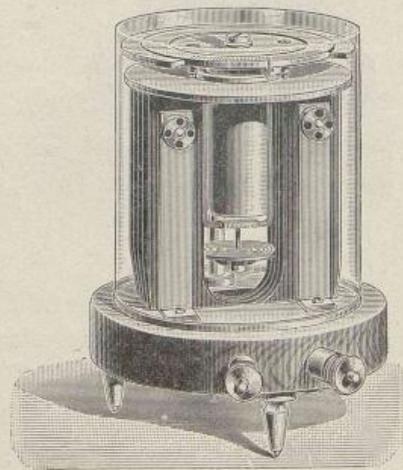
Galvanomètre Deprez-d'Arsonval, modèle vertical à pivots.



Dans ce modèle, le cadre pivote autour d'un axe horizontal. Le cadran vertical est divisé en degrés. D'une construction très soignée et très précise, cet appareil peut être employé comme appareil étalonné, il est livré sur demande avec une graduation en milliampères.

Prix : 250 francs

Galvanomètre Deprez-d'Arsonval, modèle à pivots.

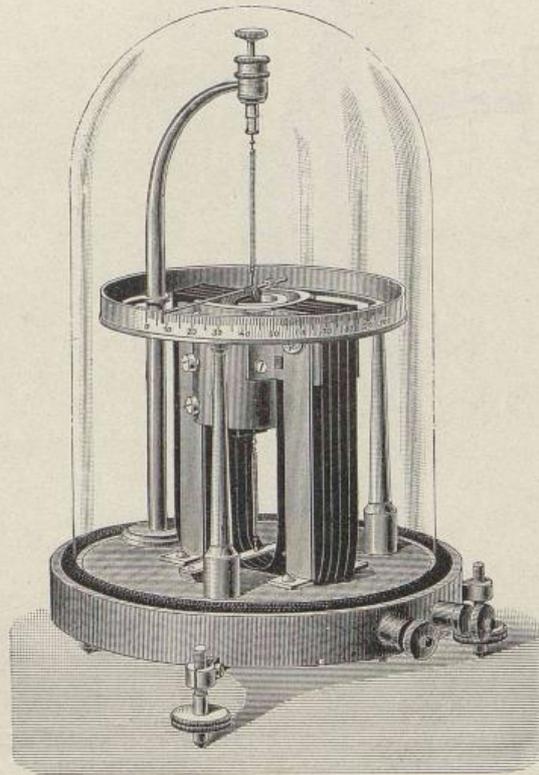


Dans ce modèle, le cadre mobile, identique à celui des galvanomètres de la page 53, est monté sur deux pointes d'acier qui pivotent dans des chapes en saphir. Le courant est amené par deux ressorts spiraux, qui produisent en même temps le couple directeur. Ces ressorts sont choisis de telle sorte que la sensibilité de ces appareils est la même que celle des galvanomètres dans lesquels le cadre est suspendu par du fil de $0^m/m$ 15 de diamètre. L'aiguille se déplace d'un degré sous l'action d'un courant d'une intensité de 25 microampères.

Cet appareil est recouvert d'une cage cylindrique, en laiton ou en verre, suivant la demande.

Prix : 120 francs

Galvanomètre d'Arsonval, à lecture directe, modèle à grandes déviations.



Dans ce galvanomètre (1), le cadre mobile est suspendu entre deux fils, fixés dans le prolongement d'un de ses côtés; son second côté vertical se déplace dans le champ annulaire formé par deux pièces polaires fixées sur les branches de l'aimant; la portion du circuit placée suivant l'axe de rotation est ainsi soustraite à l'action du champ magnétique. Ce dispositif permet d'obtenir des déviations proportionnelles aux intensités dans des limites très étendues; la graduation est pratiquement établie pour 180 degrés.

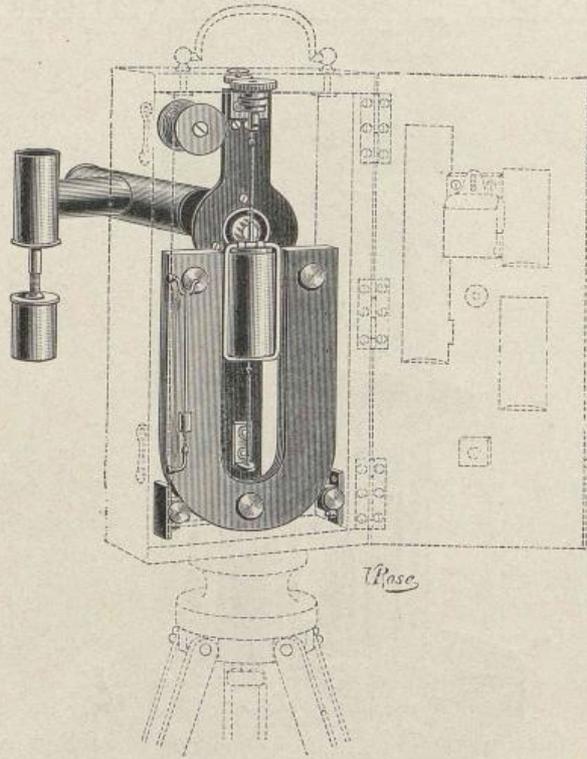
Le cadre porte une aiguille recourbée qui se déplace sur un cercle divisé.

Cet appareil peut être gradué directement en milliampères.

Prix : 160 francs

(1) Voir le Journal "La Lumière électrique", t. xxvii, n° 12, p. 569, 24 Mars 1888, et t. xxxii, n° 19, p. 268, 11 Mai 1890.

Galvanomètre Deprez-d'Arsonval, modèle à microscope.



Ce modèle, très portable, est destiné aux mesures à effectuer soit au laboratoire, soit à l'extérieur, dans tous les cas où l'installation d'une échelle divisée transparente n'est pas réalisable. La lecture des déviations se fait à l'aide d'un microscope monté dans l'axe du miroir ; le microscope porte, devant son oculaire, un micromètre sur glace, divisé en 120 parties ; le champ est éclairé uniformément, soit par une petite lampe à essence, soit par une petite glace dont la monture à deux rotations, analogue à celle des échelles divisées transparentes, peut être fixée sur le corps du microscope, à la place de la lampe. Le grossissement de l'oculaire permet de faire les lectures avec la même précision que celle que l'on obtient en employant directement une échelle divisée en millimètres.

Un système de relevage, disposé dans l'intérieur du noyau de fer central, permet d'immobiliser le cadre mobile pendant les transports, et évite ainsi toute chance de rupture ou d'avarie des fils de suspension ; ce relevage est manœuvré de l'extérieur de la boîte.

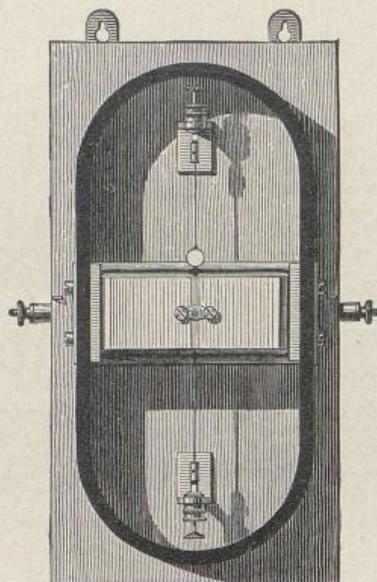
Ce galvanomètre peut être monté sur un pied photographique à trois branches.

Un petit pendule, monté dans l'intérieur de la boîte, permet de s'assurer de la verticalité.

Prix :

Galvanomètre Deprez-d'Arsonval à microscope	275. »
Pied support à 3 branches	30. »

Galvanomètre Deprez-d'Arsonval, modèle balistique.



Ce modèle, sensiblement différent des modèles ordinaires, comprend un cadre mobile rectangulaire de 64 m/m de hauteur et 150 m/m de longueur, constitué par 500 tours de fil de cuivre de $0,1 \text{ m/m}$ de diamètre; le cadre est suspendu dans un champ magnétique créé par deux lames d'aimant en forme d'U, réunies bout à bout de façon à déterminer deux points consécutifs. Une forte masse de fer doux diminue la réluctance du circuit magnétique. Grâce à son grand moment d'inertie, le système mobile a une durée d'oscillation d'environ 8 secondes.

La résistance du cadre est de 500 ohms; l'image du réticule, sur l'échelle placée à 1 mètre du miroir, dévie de 1 m/m pour un courant de $0,01$ microampère. La résistance d'amortissement critique est d'environ 4000 ohms, soit 8 fois celle du cadre.

La longue durée d'oscillation de ces galvanomètres permet de les employer pour les méthodes balistiques, même dans le cas où les décharges ne sont pas instantanées; ils sont donc appropriés à toutes les mesures d'induction, même quand les bobines essayées contiennent du fer.

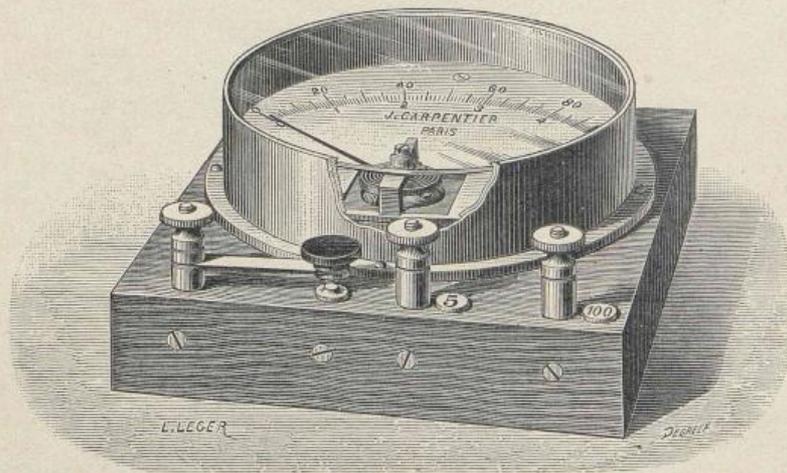
La sensibilité balistique de ces galvanomètres est telle qu'une quantité d'électricité égale à 1 microcoulomb produit, à circuit ouvert, une élongation de 40 à 50 m/m .

Ces appareils, montés dans une cage en bois, sont disposés : soit pour être accrochés à une paroi verticale, soit pour être placés sur un support horizontal; dans ce dernier cas, l'embase porte des vis calantes.

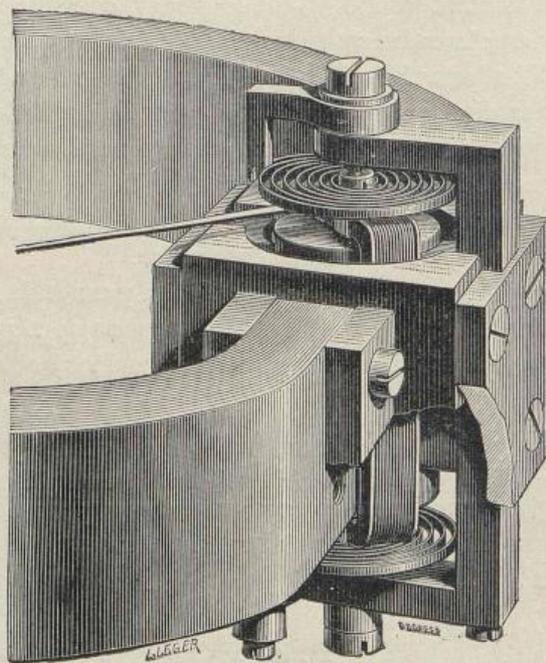
Prix :

Galvanomètre balistique (modèle ordinaire)	175. »
Galvanomètre balistique (modèle à vis calantes)	200. »

Voltmètres et Ampèremètres de précision.



Ces appareils, basés sur le même principe que les galvanomètres Deprez-d'Arsonval, comprennent un aimant fixe et un cadre mobile.



L'aimant, de forme circulaire, porte à ses deux extrémités des pièces polaires en fer doux : un noyau central, également en fer doux, ne laisse qu'un entrefer de 3 millimètres. Le cadre

mobile est formé par une carcasse rectangulaire, en cuivre rouge, sur laquelle est enroulé le fil de cuivre composant le circuit. Une aiguille légère, en aluminium, se déplace sur un cadran divisé.

Cet ensemble, monté sur pivots, est supporté par des chapes en saphir ; deux ressorts spiraux, en métal non magnétique, équilibrent à chaque instant le couple électromagnétique produit par le courant traversant la bobine ; ces deux ressorts sont utilisés comme conducteurs pour amener le courant au circuit du cadre mobile.

Voltmètres de précision.

Les voltmètres de précision comprennent deux circuits permettant d'obtenir deux sensibilités différentes ; la résistance de chacun de ces circuits est toujours d'environ 100 ohms par volt.

MODÈLES	1 ^{re} GRADUATION	2 ^e GRADUATION	PRIX
I	0 à 1 volt	0 à 100 volts	250. »
II	0 à 5 volts	0 à 100 —	250. »
III	0 à 6 —	0 à 120 —	250. »
IV	0 à 3 —	0 à 150 —	250. »
V	0 à 3 —	0 à 300 —	275. »
VI	0 à 5 —	0 à 500 —	300. »

Ampèremètres de précision.

Les ampèremètres de précision ne diffèrent des voltmètres que par leur résistance. Le cadre mobile ne reçoit qu'un faible courant, un réducteur, placé dans le socle ou indépendant, dérive la plus grande partie du courant à mesurer.

Pour les intensités inférieures à 100 milliampères, les ampèremètres absorbent environ 1 volt. De 100 milliampères à 1 ampère, la chute de potentiel est d'environ 0,1 volt. Les ampèremètres de cette catégorie ne portent qu'une seule graduation ; le cadran est divisé en 100 parties. Le réducteur est toujours placé dans le socle de l'appareil.

MODÈLE	GRADUATION	VALEUR D'UNE DIVISION	PRIX
I	0 à 5 milliampères	0,05 milliampère	225. »
II	0 à 10 —	0,1 —	225. »
III	0 à 20 —	0,2 —	225. »
IV	0 à 50 —	0,5 —	225. »
V	0 à 100 —	1 —	225. »
VI	0 à 200 —	2 —	225. »
VII	0 à 500 —	5 —	225. »
VIII	0 à 1000 —	10 —	225. »

Deux quelconques des graduations du tableau précédent peuvent être réunies sur le même ampèremètre; le cadran porte une seule division en 100 parties et deux chiffraisons différentes.

Ampèremètre à deux sensibilités. 250. »

Pour les intensités supérieures à 1 ampère, il faut faire usage d'un millivoltmètre et de réducteurs indépendants. Le millivoltmètre est réglé pour absorber exactement 0,1 volt; son cadran est divisé en 100 parties, valant chacune *un millivolt*.

Millivoltmètre de précision. 225. »

Les réducteurs sont réglés pour absorber également 0,1 volt, de sorte que les millivoltmètres et les réducteurs sont interchangeables.

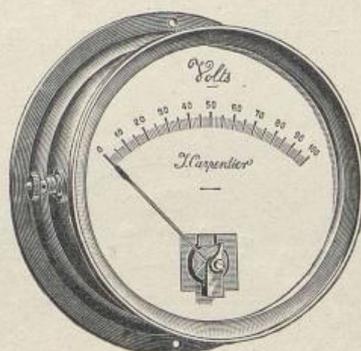
Pour connaître l'intensité il faut multiplier le nombre de millivolts, lu sur le cadran, par un coefficient qui varie avec le réducteur employé.

RÉDUCTEUR POUR	AMPÈRES PAR MILLIVOLTS	PRIX DU RÉDUCTEUR SEUL
10 ampères	0,1	
20 —	0,2	
50 —	0,5	
100 —	1	
200 —	2	
300 —	3	
400 —	4	
500 —	5	
600 —	6	
700 —	7	
800 —	8	
1 000 —	10	
2 000 —	20	

Quand le millivoltmètre ne doit être employé que sur un seul réducteur, pour une sensibilité déterminée, la chiffraison du cadran peut être faite, sur demande, de façon à lire directement en ampères.



Ampèremètres et Voltmètres de précision pour tableaux de distribution (Modèles de 18^c/m).



Ces appareils, semblables aux précédents, n'en diffèrent que par leur forme extérieure ; ils sont contenus dans un boisseau cylindrique à embase, et sont mis en place au moyen de trois vis de fixation.

Bien amortis, ils suivent rigoureusement les moindres variations du courant. La construction très soignée et très précise de ces appareils indique leur emploi dans les installations importantes.

Voltmètres de précision de 18^c/m

Modèles. . . .	1	2	3	4	5	6
Volts	0-5	0-25	0-50	0-100	0-200	0-500
Prix. .	140. »	140. »	150. »	160. »	180. »	220. »

Ces voltmètres peuvent être établis de façon que l'aiguille ne commence à dévier que si le voltage mesuré atteint les $\frac{2}{3}$ du voltage maximum indiqué ; dans ce cas, les ressorts ont une tension initiale, et les deux premiers tiers de la graduation sont supprimés ; les divisions de la graduation restante se trouvent plus espacées, les lectures sont rendues plus faciles et plus précises.

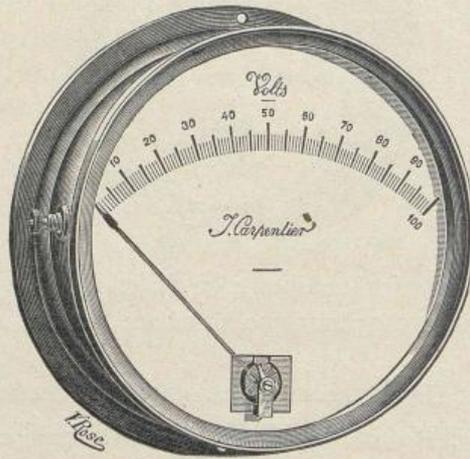
Cette modification ne change pas les prix du tableau précédent.

Ampèremètres de précision de 18^c/m

Modèles. . . .	1	2	3	4	5	6
Ampères. . . .	0-100	0-200	0-300	0-400	0-500	0-1000
Prix. .	160. »	170. »	180. »	190. »	200. »	300. »

Tous ces ampèremètres sont munis d'un réducteur indépendant.

Ampèremètres et Voltmètres de précision (Modèles de 25 c/m).



Ces appareils sont contenus dans un boisseau cylindrique de 25 c/m de diamètre extérieur; l'aiguille indicatrice a 15 c/m de longueur.

Les voltmètres peuvent être gradués soit à partir de zéro, soit à partir d'une fraction quelconque du voltage maximum.

Voltmètres de précision de 25 c/m

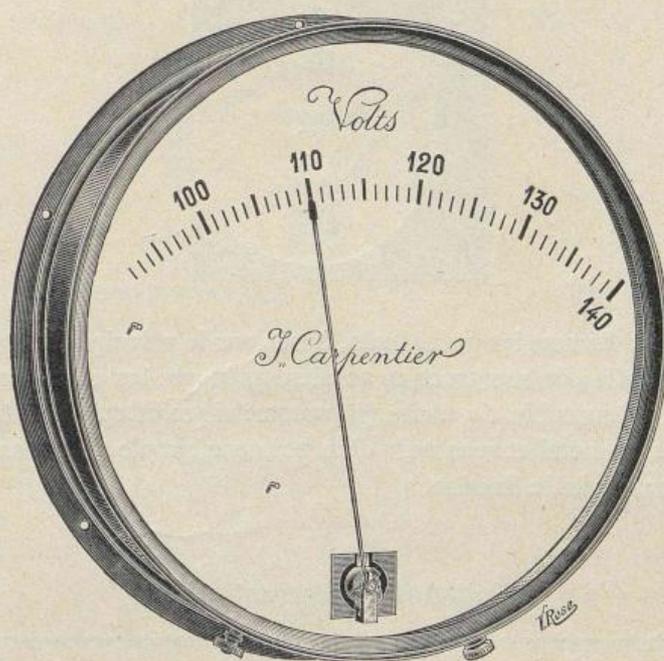
Modèles	1	2	3
Ampères	0-100	0-200	0-500
Prix . .	190. »	220. »	250. »

Ampèremètres de précision de 25 c/m

Modèles	1	2	3	4	5	6
Ampères	0-100	0-200	0-300	0-400	0-500	0-600
Prix . .	190. »	200. »	210. »	230. »	250. »	350. »

Les ampèremètres sont tous munis d'un réducteur indépendant.

Voltmètres de précision pour tableaux de distribution
(Grand modèle de 50^c/_m).



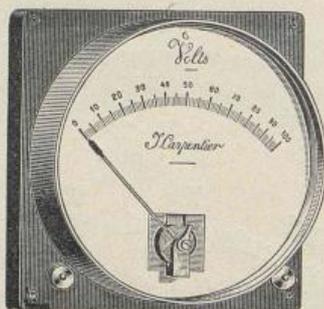
Ces appareils sont destinés aux stations centrales; l'aiguille indicatrice a une longueur de 33^c/_m; les divisions du cadran, très espacées, permettent une lecture exacte à distance. Les graduations sont faites de telle sorte que, pour le voltage normal, l'aiguille ait une direction voisine de la verticale et qu'elle parcoure toute l'échelle pour des variations de $\pm 20\%$.

Deux voltmètres de ce modèle ont fonctionné pendant toute la durée de l'Exposition de 1900, l'un sur un circuit de 240 volts, l'autre sur un circuit particulier de 40 volts.

Prix : 500 francs



Ampèremètres et Voltmètres aperiodiques, modèles industriels.



Ces appareils sont, comme les précédents, basés sur le principe du galvanomètre Deprez-d'Arsonval à cadre mobile; de construction aussi soignée que les précédents, ils n'en diffèrent que par leur forme. L'ensemble du cadre galvanométrique et de l'aimant est monté sur un support rectangulaire en métal et recouvert d'un boisseau simple en laiton; ils sont assujettis sur le tableau par quatre vis de fixation.

Voltmètres industriels.

Modèles	1	2	3	4	5	6	7	8
Volts.	0-25	0-50	0-100	0-150	0-200	0-300	0-400	0-500
Prix.	120. »	120. »	130. »	140. »	150. »	160. »	170. »	180. »

Ampèremètres industriels.

Modèles. . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ampères.	0-50	0-100	0-150	0-200	0-300	0-400	0-500	0-600	0-700	0-800	0-1000
Prix.	130. »	130. »	140. »	140. »	150. »	160. »	170. »	190. »	210. »	230. »	270. »

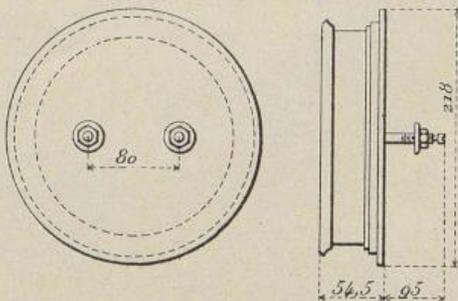
Tous ces ampèremètres sont munis d'un réducteur indépendant.

AMPÈREMÈTRES		VOLTMÈTRES																																																																																	
Ampèremètres à shunt intérieur		Gradué de 0 à 0.5 volt..... 90 Fr.																																																																																	
Gradué de 0 à 0.5 ampère.....	95 Fr.	» 0 à 1 »	90 »																																																																																
» 0 à 1 »	95 »	» 0 à 3 »	90 »																																																																																
» 0 à 3 »	97 »	» 0 à 5 »	90 »																																																																																
» 0 à 5 »	100 »	» 0 à 10 »	90 »																																																																																
» 0 à 10 »	102 »	» 0 à 30 »	95 »																																																																																
» 0 à 15 »	105 »	» 0 à 50 »	95 »																																																																																
» 0 à 20 »	107 »	» 0 à 80 »	100 »																																																																																
» 0 à 25 »	110 »	» 0 à 100 »	105 »																																																																																
Ampèremètres à shunt indépendant		» 0 à 120 »	110 »																																																																																
(Ces appareils se composent d'un shunt étalonné et d'un millivoltmètre de 50 millivolts)		» 0 à 130 »	115 »																																																																																
Millivoltmètre de 50 millivolts, seul.....	90 Fr.	» 0 à 150 »	120 »																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Série A</th> <th colspan="2">Série B</th> <th colspan="2">Série C</th> <th colspan="2">Série D</th> </tr> <tr> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> <th>Ampères</th> <th>Fr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12</td> <td>50</td> <td>24</td> <td>100</td> <td>32</td> <td>800</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12</td> <td>80</td> <td>28</td> <td>200</td> <td>35</td> <td>1000</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>12</td> <td>100</td> <td>32</td> <td>300</td> <td>38</td> <td>1500</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>14</td> <td></td> <td></td> <td>400</td> <td>41</td> <td>2000</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td>500</td> <td>45</td> <td>3000</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>18</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Série A		Série B		Série C		Série D		Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	1	12	50	24	100	32	800	55	3	12	80	28	200	35	1000	60	5	12	100	32	300	38	1500	70	10	14			400	41	2000	85	15	16			500	45	3000	100	20	18							30	20							50	24							» 0 à 200 »	130 »
Série A		Série B		Série C		Série D																																																																													
Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.	Ampères	Fr.																																																																												
1	12	50	24	100	32	800	55																																																																												
3	12	80	28	200	35	1000	60																																																																												
5	12	100	32	300	38	1500	70																																																																												
10	14			400	41	2000	85																																																																												
15	16			500	45	3000	100																																																																												
20	18																																																																																		
30	20																																																																																		
50	24																																																																																		
Shunts		» 0 à 300 »	140 »																																																																																
		» 0 à 400 »	150 »																																																																																
		» 0 à 500 »	160 »																																																																																
		» 0 à 600 »	180 »																																																																																

MILLIAMPÈREMÈTRES		MILLIVOLTMÈTRES	
Gradué de 0 à 10 milliampères.....	90 Fr.	Gradué de 0 à 25 millivolts.....	90 Fr.
» 0 à 50 »	90 »	» 0 à 50 »	90 »
» 0 à 100 »	90 »	» 0 à 100 »	90 »

Supplément pour dispositifs spéciaux

Prises de courant traversant le tableau....	10 Fr.
Appareil déviant dans les deux sens (zéro au milieu).....	5 »
Boîtier à écran magnétique	10 »
Dispositif pour grande déviation avec butée élastique.....	15 »
Dispositif pour appareil à double face....	100 »



Ampèremètres et Voltmètres périodiques

CARPENTIER

à cadre mobile

30, Rue Dufour, 30
Lyon

VOLT-MÈTRES		AMPÈRE-MÈTRES	
50	100	50	100
60	120	60	120
70	140	70	140
80	160	80	160
90	180	90	180
100	200	100	200
110	220	110	220
120	240	120	240
130	260	130	260
140	280	140	280
150	300	150	300
160	320	160	320
170	340	170	340
180	360	180	360
190	380	190	380
200	400	200	400

MILLIAMPÈRE-MÈTRES

à cadre mobile

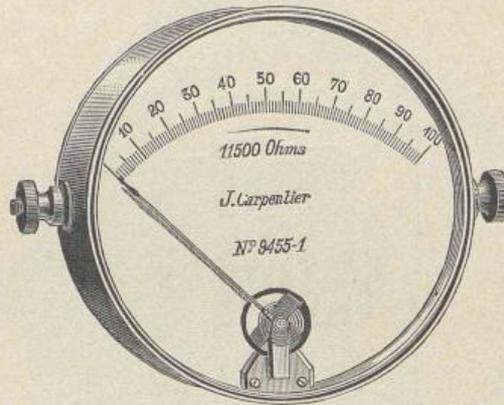
50	100
60	120
70	140
80	160
90	180
100	200
110	220
120	240
130	260
140	280
150	300
160	320
170	340
180	360
190	380
200	400



Supplément pour échelles spéciales

à 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100

Voltmètres aperiodiques industriels (petit modèle de 125^m/m)



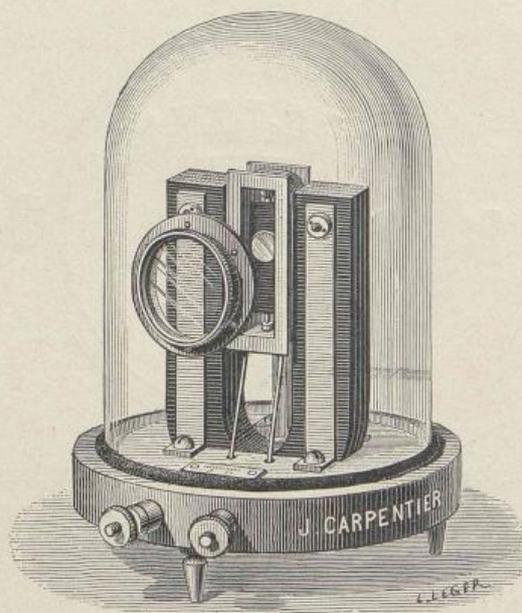
Ces appareils sont à cadre mobile; leur forme extérieure et leurs dimensions sont celles des voltmètres Deprez-Carpentier; ils sont destinés à remplacer ceux-ci dans les installations où l'on a besoin de laisser le voltmètre constamment en circuit.

Voltmètres de 125^m/m.

Modèles . . .	1	2	3	4	5	6	7	8
Volts.	0-3	0-10	0-25	0-50	0-100	0-150	0-200	0-250
Prix.								



Galvanomètres Deprez.



Ces appareils, imaginés par M. Deprez en 1879, se composent d'un aimant fixe, d'un circuit également fixe, et d'une palette de fer doux, mobile autour d'un axe vertical; cette palette porte un miroir.

Ces appareils rendent, encore aujourd'hui, les plus grands services dans les laboratoires où doivent être effectuées journalièrement de nombreuses vérifications de voltages ou d'intensités. Ils possèdent, plus qu'aucun autre appareil similaire, la qualité, si précieuse, de donner des indications instantanées et absolument fixes; cette propriété les fait préférer encore aujourd'hui à beaucoup d'appareils plus modernes.

La graduation de ces appareils est évidemment sujette à des variations, dues à l'affaiblissement de la force antagoniste créée par l'aimant permanent. Ils ne peuvent donc être considérés comme étalons; néanmoins, la constance de l'aimant est suffisante pour que l'étalonnage puisse être considéré comme exact, pour des mesures courantes, pendant plusieurs mois.

Ces appareils peuvent être construits pour servir soit d'ampèremètres, soit de voltmètres; ils sont employés pour la vérification des ampèremètres et des voltmètres industriels, l'étalonnage des lampes à incandescence, les essais de machines, et, en général, toutes les fois que l'on veut établir, à poste fixe, des appareils de mesures rapides et précis.

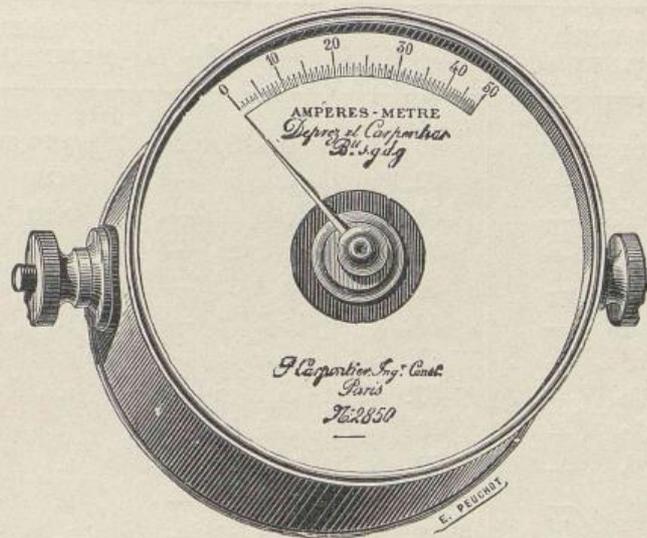
Ces galvanomètres sont construits pour tous les voltages de 1 à 150 volts et pour toutes les intensités de 1 à 50 ampères.

Prix : 150 francs

Pour les voltages plus élevés, des réducteurs sont établis sur demande.

Des échelles divisées en celluloïd, représentant la graduation au moment de la livraison, sont livrées au prix de 25 francs.

Ampèremètres⁽¹⁾ et Voltmètres Deprez-Carpentier⁽²⁾.



Créés à une époque où il n'existait encore aucun appareil de mesures pour les usages industriels, ces appareils ont eu une grande vogue, et leur emploi s'est généralisé très rapidement; les services qu'ils ont rendus à l'industrie ont été très grands, et les indications qu'ils donnaient ont été jugées suffisantes pendant longtemps. Les perfectionnements apportés aux installations électriques ont amené des exigences nouvelles et ont nécessité, dans la plupart des cas, des instruments de mesures plus précis. Quoi qu'il en soit, ces appareils sont si simples et si rustiques qu'ils tiennent encore leur place et sont toujours très appréciés dans les installations de faible importance pour lesquelles on recule devant l'emploi d'instruments de précision.

Ces appareils sont peu encombrants et peu fragiles; ils ont le très grand avantage de donner des indications plus rapides et plus fixes qu'aucun autre, et de suivre les moindres variations. Le plus grand reproche fait à ces appareils est la diminution du moment magnétique de leur aimant permanent; cette variation amène, à la longue, une variation de la graduation. Ce défaut n'a pas l'importance qu'on lui a attribuée, car il est reconnu aujourd'hui que les aimants ont une constance beaucoup plus grande qu'on ne l'a cru pendant un certain temps.

(1). Ces appareils ont été dénommés à leur origine : fluximètres, ensuite webermètres, et enfin ampèremètres à la suite du Congrès d'électricité de 1881.

(2). Brevet n° 133473 du 31 octobre 1879. — Certificat d'addition du 24 octobre 1881.

Prix des Ampèremètres et Voltmètres

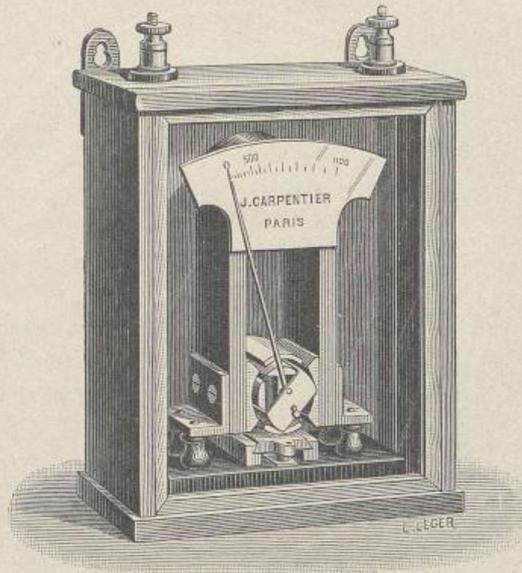
AMPÈREMÈTRES			VOLTÈMÈTRES		
GRADUATIONS	VALEUR D'UNE DIVISION	PRIX	GRADUATIONS	VALEUR D'UNE DIVISION	PRIX
0 à 1 ampère	0,01 ampère	40 Fr.	0 à 3 volts	0,10 volt	40 Fr.
0 à 2 —	0,05 —	40. »	0 à 5 —	0,10 —	40. »
0 à 3 —	0,05 —	40. »	0 à 10 —	0,10 —	40. »
0 à 4 —	0,05 —	40. »	0 à 20 —	0,50 —	40. »
0 à 5 —	0,10 —	40. »	0 à 30 —	0,50 —	40. »
0 à 10 —	0,10 —	40. »	0 à 50 —	1. —	40. »
0 à 15 —	0,25 —	40. »	0 à 60 —	1. —	45. »
0 à 25 —	0,50 —	40. »	0 à 70 —	1. —	45. »
0 à 30 —	0,50 —	40. »	0 à 80 —	1. —	45. »
0 à 50 —	0,50 —	40. »	0 à 100 —	1. —	50. »
0 à 80 —	1. —	45. »	0 à 120 —	1. —	50. »
0 à 100 —	1. —	50. »	0 à 130 —	1. —	50. »
0 à 120 —	1. —	75. »	0 à 160 —	2. —	60. »
0 à 150 —	5. —	80. »	0 à 200 —	2. —	75. »
0 à 200 —	5. —	85. »	0 à 240 —	2. —	80. »
0 à 250 —	5. —	90. »	0 à 300 —	3. —	90. »
0 à 300 —	5. —	100. »	0 à 400 —	4. —	100. »
0 à 400 —	5. —	110. »	0 à 500 —	5. —	110. »
0 à 500 —	10. —	125. »			
0 à 600 —	10. —	135. »			

A partir de 120 ampères, les ampèremètres sont munis d'un réducteur. Ce réducteur est relié à l'ampèremètre par de fortes pièces en cuivre, il est inamovible ; la résistance des contacts est invariable.

A partir de 200 volts, les voltmètres sont munis d'un réducteur indépendant.



Voltmètre électrostatique J. Carpentier.



Basé sur le même principe que l'électromètre aperiodique à miroir (page 36), cet électromètre est approprié à la mesure des voltages élevés, employés dans les installations électriques.

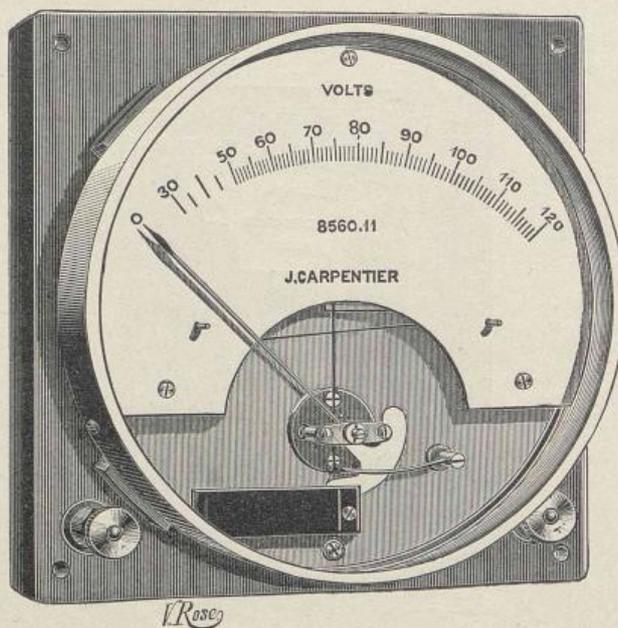
Le cadre mobile, placé horizontalement, porte une aiguille qui se déplace sur un cadran divisé ; sa graduation en volts est tracée empiriquement ; le couple antagoniste est produit par l'action de la pesanteur.

L'appareil est bien amorti, à l'aide d'un aimant en U embrassant tout le système électrostatique.

Les armatures, fixes et mobile, forment un ensemble complètement indépendant du reste de l'appareil ; le support de ces pièces est maintenu par une glissière sur la plaque de base ; il peut être mis en place et retiré en dehors des branches de l'aimant, de sorte que la vérification du fonctionnement des pièces actives peut être effectuée sans aucun démontage.

GRADUATION	VALEUR D'UNE DIVISION	PRIX
500 à 1.100 volts	10 volts	250. »
700 à 1.500 —	10 —	250. »
800 à 2.000 —	25 —	250. »
1000 à 2.500 —	25 —	250. »
1200 à 2.800 —	50 —	275. »
1400 à 3.000 —	50 —	275. »
1500 à 5.000 —	100 —	300. »
2000 à 6.000 —	100 —	300. »

Voltmètres thermiques.



Les appareils thermiques indiquent la valeur efficace des courants mesurés ; leur exactitude est indépendante de la forme et de la fréquence du courant étudié, de sorte qu'ils peuvent être employés aussi bien sur courant continu que sur courant alternatif ou redressé. Ils ne sont pas influencés par les champs magnétiques.

Dans les thermiques J. Carpentier l'allongement du fil chauffé est amplifié par un levier et une poulie. Un second fil, identique au premier, mais qui n'est pas traversé par le courant, sert à compenser les variations de la température ambiante.

Par suite de la loi d'échauffement des conducteurs, les déviations ne sont pas proportionnelles aux intensités des courants mesurés, de sorte que la graduation du cadran commence environ au quart de la lecture maximum.

Voltmètres thermiques

Graduation maximum entre 3,5 et 150 volts	100 Fr.
» » » 150 et 250 volts	120 Fr.
» » au-dessus de 250 volts, sur demande.	



Ampèremètres thermiques.

Les ampèremètres thermiques sont des millivoltmètres placés en dérivation sur un réducteur de résistance appropriée. Les modèles destinés à mesurer jusqu'à 100 ampères peuvent être construits avec réducteur fixe placé dans le socle; ils peuvent aussi avoir un réducteur extérieur. Au-dessus de 100 ampères, il faut toujours un réducteur extérieur.

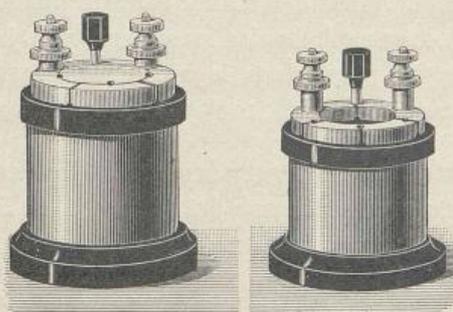
Ampèremètre thermique avec réducteur dans le socle, jusqu'à 50 ampères	110. »
Ampèremètre thermique avec réducteur dans le socle, de 50 à 100 ampères	120. »
Ampèremètre thermique , sans réducteur dans le socle.	100. »

Les ampèremètres thermiques de ce dernier modèle portent la graduation correspondant au réducteur demandé.

	Prix
Réducteur pour 10.	
20.	
50.	
100.	
200.	
300.	
400.	
500.	
Voltmètre thermique portatif , à trois sensibilités	
3-75 et 150 volts	250. »
Ampèremètre thermique portatif , à trois sensibilités.	
3-10-30 ampères	250. »



Réducteurs de Galvanomètres.



Ces appareils, destinés à réduire la sensibilité des galvanomètres, sont établis suivant deux modèles.

Le premier possède trois pouvoirs multiplicateurs ; il est employé, le plus souvent, avec les galvanomètres à aimant mobile ; le second n'a que deux pouvoirs multiplicateurs, et suffit pour les galvanomètres à cadre mobile.

Les réducteurs sont réglés sur les galvanomètres avec lesquels ils doivent être utilisés et leurs résistances sont établies avec du fil de même nature que celui qui constitue le circuit de ces appareils. Ces résistances ont pour valeur $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$ ou $\frac{1}{999}$ de la résistance du galvanomètre, de sorte que les pouvoirs multiplicateurs obtenus sont respectivement 10, 100 ou 1000.

Pour les galvanomètres apériodiques à cadre mobile, les résistances les plus généralement employées ont pour valeur $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{9}$ de la résistance de l'instrument, et les pouvoirs multiplicateurs correspondants sont 2 et 10.

Le modèle à trois résistances se fait aussi pour les galvanomètres à cadre mobile, avec les pouvoirs multiplicateurs 2, 10, 100.

Une seconde fiche permet de mettre le galvanomètre en court-circuit.

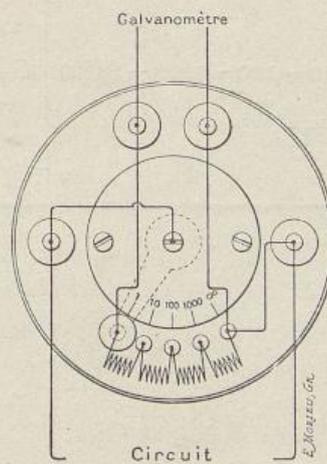
Réducteur à 3 pouvoirs multiplicateurs	100. »
— 2 —	80. »



Réducteurs Universels.

Ces réducteurs diffèrent des réducteurs ordinaires, page 72, en ce qu'ils ne sont pas, comme ces derniers, réglés et tarés, par construction, pour un galvanomètre déterminé, mais qu'ils sont combinés de telle sorte qu'ils peuvent s'adapter à un galvanomètre quelconque.

Dans ce dispositif, la résistance totale du réducteur reste constamment en série avec le circuit propre du galvanomètre ; les différents pouvoirs multiplicateurs sont obtenus en faisant varier, sur le réducteur, le point d'entrée du courant.



Un des grands avantages de cette disposition est de conserver au circuit galvanométrique une résistance invariable ; cet avantage est surtout précieux pour les galvanomètres à cadre mobile, qui gardent ainsi le même amortissement, quel que soit le pouvoir multiplicateur employé.

Les diverses sections a , b , c , d , d'un réducteur universel sont établies d'après la règle suivante :

$$a = \frac{1}{1000} (a + b + c + d)$$

$$a + b = \frac{1}{100} (a + b + c + d)$$

$$a + b + c = \frac{1}{10} (a + b + c + d)$$

Le pouvoir multiplicateur d'un réducteur ordinaire est égal à :

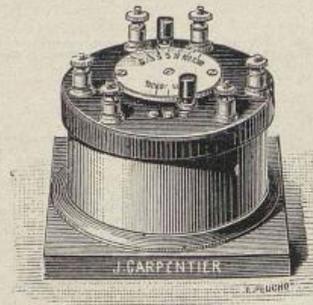
$$m = \frac{g + r}{r}$$

Dans le cas du réducteur universel, $g + r$ étant toujours constant, il s'ensuit que les différents pouvoirs multiplicateurs sont inversement proportionnels à la résistance des différentes sections du réducteur. En appelant m le pouvoir multiplicateur correspondant à la résistance totale du réducteur, les pouvoirs multiplicateurs correspondant aux différentes sections seront : $10 \times m$; $100 \times m$; $1000 \times m$.

Les réducteurs universels sont construits en fils à faible coefficient de variation avec la température, de façon à diminuer le coefficient de variation de l'ensemble galvanométrique.

MODÈLES	RÉSISTANCE TOTALE	POUVOIRS MULTIPLICATEURS	DESTINATION	RIX
A	200 ohms	1 — 10 — 100.	Galvanomètres Deprez-d'Arsonval courants.	125. »
B	5000 ohms	1 — 10 — 100 — 1000.	Galvanomètres Deprez-d'Arsonval balistiques et modèles à cadre amortisseur..	150. »
C	50000 ohms	1 — 10 — 100 — 1000 — 10000.	Galvanomètres à aiguille aimantée, Thomson, etc.	175. »

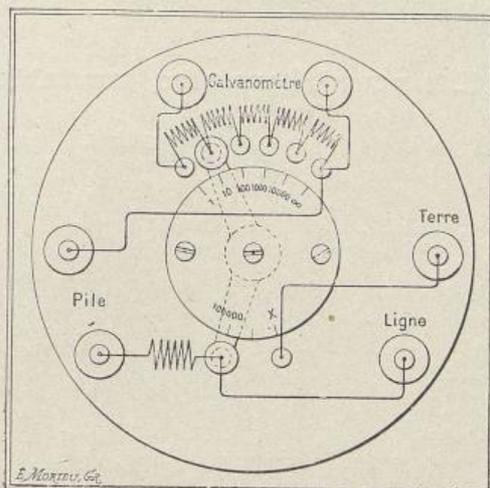
Réducteur universel, pour mesures d'isolements.



Ce réducteur est destiné à la mesure des isollements, par la méthode des déviations. Il se compose d'un réducteur universel auquel on a adjoint une résistance de comparaison, et un commutateur permettant de substituer facilement à cette résistance de comparaison la résistance à mesurer.

Le réducteur est divisé en 5 sections qui permettent des pouvoirs multiplicateurs variés. La résistance de comparaison a, suivant les types, une valeur de 10000 ou 100000 ohms.

Mode d'emploi. — 1° La manette du commutateur est placée sur le contact **100 000**. On déplace la manette du réducteur de droite à gauche, jusqu'à ce que la déviation du galvanomètre soit sensible (20 à 100 divisions de l'échelle); on observe cette déviation δ et l'on note le pouvoir multiplicateur m correspondant à la position de la manette.



2° On pousse le commutateur sur le contact **Ligne** et l'on déplace à nouveau le commutateur du réducteur jusqu'à ce que la nouvelle déviation du galvanomètre soit assez grande; on prend note de la déviation δ' et du nouveau pouvoir multiplicateur m' .

La résistance cherchée est donnée par la formule :

$$X = 10\,000 \times \frac{m \delta}{m' \delta'} - 10\,000$$

La manette du réducteur étant poussée à fond sur le plot marqué ∞ , le galvanomètre est placé hors circuit.

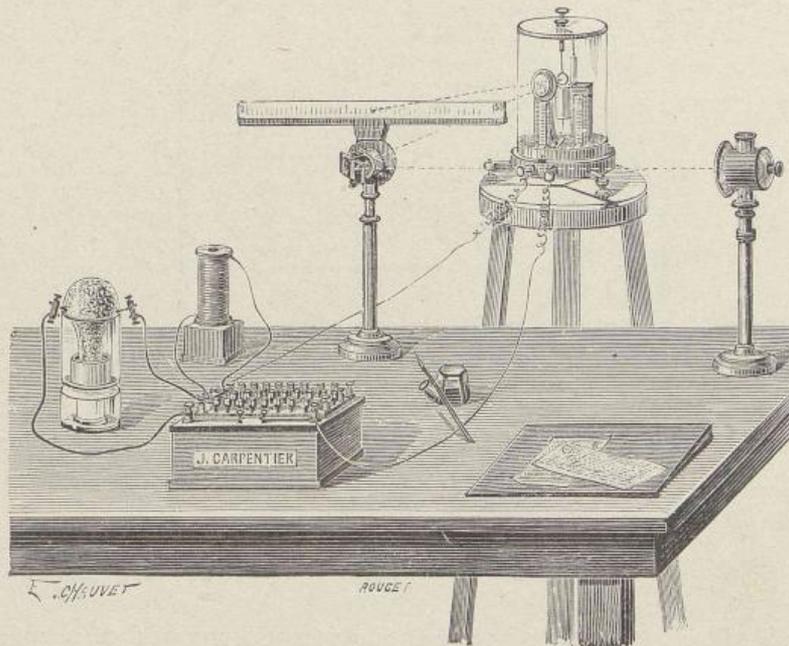
MODÈLES	RÉSISTANCE DE COMPARAISON	RÉSISTANCE DU RÉDUCTEUR	POUVOIRS MULTIPLICATEURS	DESTINATION	PRIX
A	10 000 ohms	1 000 ohms	1-3-10-30-100- ∞	Galvanomètres Deprez-d'Arsonval, modèles courants.	200. »
B	100 000 ohms	10 000 ohms	1-10-100-1 000-10 000- ∞	Galvanomètres sensibles.	225. »

Le réducteur modèle A, relié à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval du type courant, permet, en se servant d'une source de courant ayant une force électromotrice de 100 volts, de mesurer des résistances allant jusqu'à 100 mégohms.

NOTA. — Les connexions intérieures de ces réducteurs sont faites de façon que la résistance de comparaison reste toujours en permanence dans le circuit à mesurer. Cette disposition évite les accidents qui pourraient arriver au galvanomètre, dans le cas où l'isolement à mesurer n'aurait qu'une très petite valeur.

Installations complètes pour la mesure rapide des résistances.

1^o Installation fixe pour laboratoire, sur table et trépied.



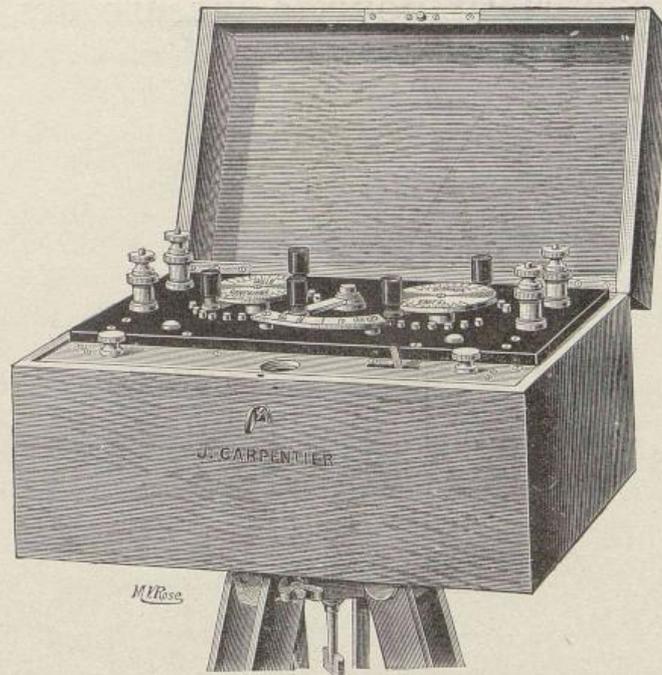
Cette installation comprend :

1 Galvanomètre Deprez-d'Arsonval à miroir	175. »
1 Échelle divisée transparente	60. »
1 Lanterne porte-bougie	30. »
1 Boîte de résistances avec pont de Wheatstone	425. »
1 Élément Meidinger	5. »
1 Trépied en chêne	20. »
1 Plaque crapaudine	15. »
Total	730. »

La même installation, plus simple, comprend :

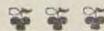
1 Galvanomètre Deprez-d'Arsonval à miroir	110. »
1 Échelle divisée transparente	60. »
1 Boîte de résistances avec pont de Wheatstone (modèle industriel).	275. »
1 Élément de Meidinger	5. »
1 Trépied en chêne	20. »
1 Plaque crapaudine	15. »
Total	485. »

2. Installation portative.

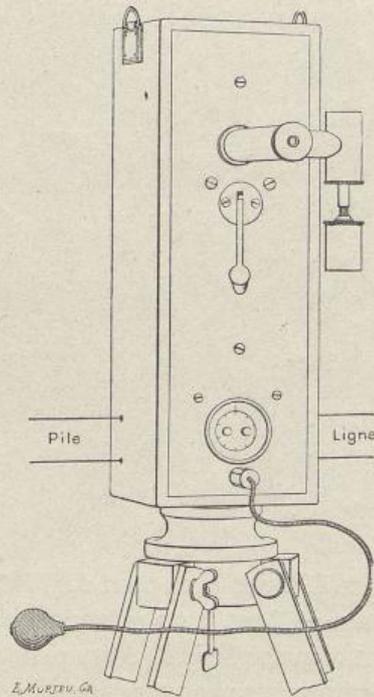


Un rhéostat circulaire à quatre décades avec pont de Wheatstone, semblable à celui de la page 12, est réuni, dans un caisson en bois, à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval de forme spéciale. Un levier d'arrêt permet d'immobiliser le cadre pendant le transport. L'ensemble est assujéti sur un pied pliant à trois branches ; son poids est de 9^{kg},750.

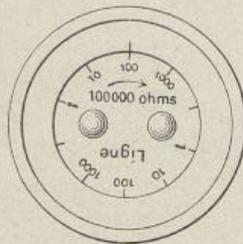
Prix : 600 francs



Galvanomètre portatif pour la mesure des isolements.



Cet appareil se compose d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval à microscope, semblable à celui décrit page 59, et d'un réducteur analogue au réducteur pour mesure d'isolements de la page 74. Le réducteur est simplifié de telle sorte que la manœuvre d'un seul commutateur permet de passer rapidement par toutes les combinaisons que comporte l'appareil.



Ce commutateur peut être placé dans 10 positions; les cinq premières servent à effectuer

l'étalonnage, les cinq autres sont utilisées pour la mesure de l'isolement. En tournant le petit cadran divisé, dans le sens des aiguilles d'une montre, on obtient successivement les différents pouvoirs multiplicateurs 1000, 100, 10, 1 (la résistance de comparaison de 100 000 ohms étant en circuit), et en continuant le mouvement dans le même sens, on obtiendra, à nouveau, les mêmes pouvoirs multiplicateurs, en ajoutant au circuit la résistance d'isolement de la ligne.

Dans ce dispositif la résistance de comparaison reste toujours intercalée dans le circuit, afin d'éviter les accidents au galvanomètre en cas de fausse manœuvre : la formule donnant la résistance cherchée est donc :

$$X = 100\,000 \times \frac{m\delta}{m'\delta'} - 100\,000.$$

Une clef de contact du galvanomètre, extérieure à l'instrument, se manœuvre à l'extrémité d'un câble souple, de manière à soustraire l'équipage à tout ébranlement. Un mécanisme d'arrêt, permettant d'immobiliser le cadre mobile pendant le transport, est manœuvré à l'aide d'un petit levier monté sur le devant de l'appareil.

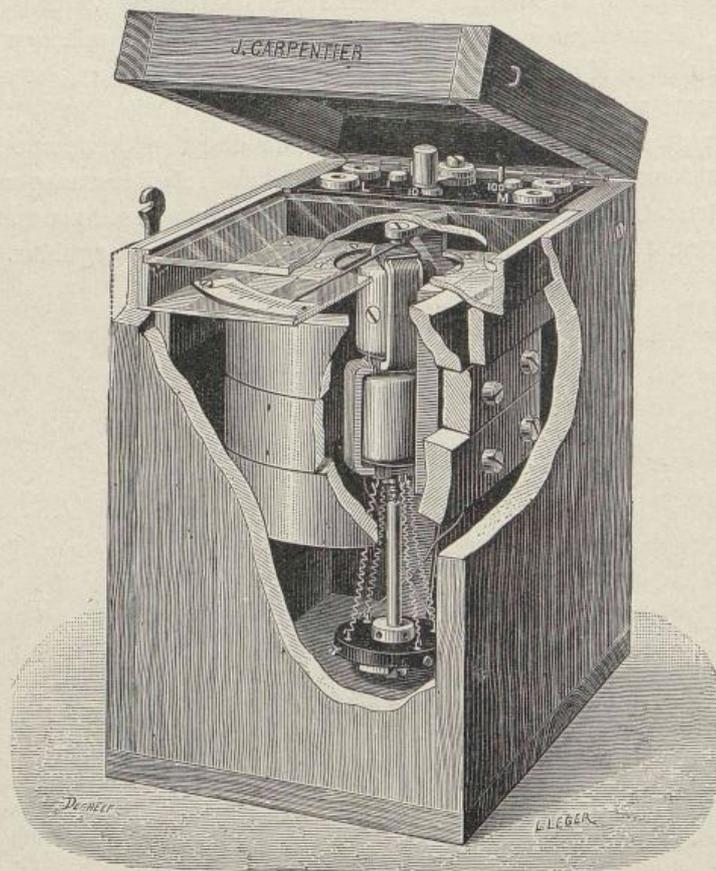
Le microscope de lecture est éclairé soit à l'aide d'une petite lampe à essence, soit à l'aide d'un miroir à deux mouvements, analogue à celui des échelles transparentes.

Le galvanomètre est monté sur un pied-support à trois branches. Avec une pile de 100 volts, ce galvanomètre permet de mesurer des isolements atteignant 300 mégohms.

450
Prix : 400 francs



Ohmmètre J. Carpentier.



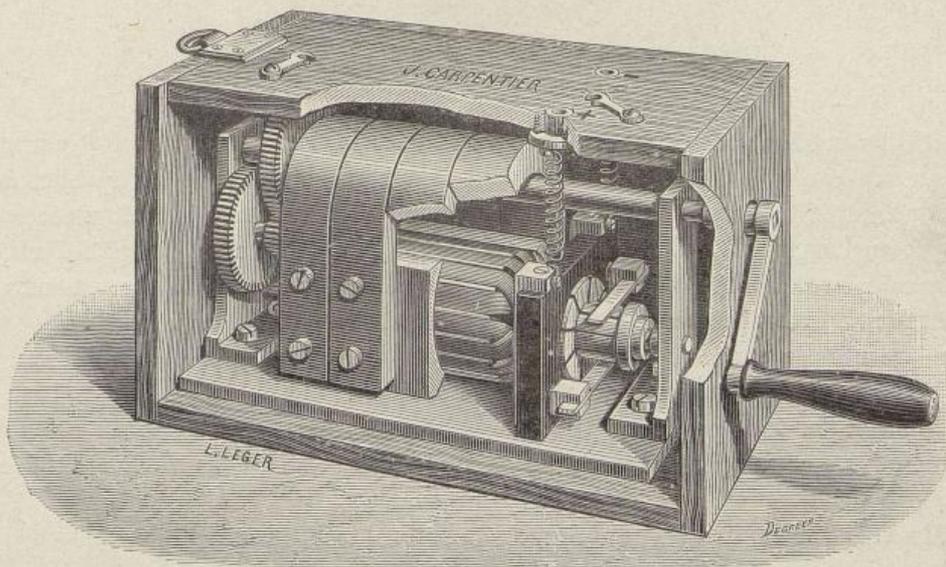
Cet appareil est destiné à la mesure des résistances d'isolement des canalisations électriques. Il se compose essentiellement de deux cadres galvanométriques superposés et placés dans deux plans perpendiculaires ; ce système, monté sur un axe vertical pivotant entre deux chapes en saphir, est placé dans un champ magnétique intense créé par des aimants permanents. Au centre de chacun des cadres, un cylindre de fer doux fixe concentre les lignes de force dans l'entrefer laissé libre pour le déplacement du système mobile. L'orientation des deux cadres galvanométriques est indiquée, à chaque instant, par le déplacement d'un index le long d'un cadran divisé. Le courant est amené à chacun des cadres par deux fils très fins, enroulés en hélices, qui correspondent aux bornes de l'appareil.

L'équilibre du système ne dépend que du *rapport* des intensités des courants parcourant les deux cadres, de sorte que la graduation de l'appareil est indépendante de la force électromotrice employée. Cet ohmmètre est réglé pour fonctionner avec des forces électromotrices pouvant varier de 100 à 300 volts ; dans ces conditions, il permet de mesurer des résistances allant jusqu'à 5 mégohms. Cet appareil n'a pas de force directrice propre ; quand il ne reçoit pas de courant l'index prend une position quelconque.

L'emploi d'un champ magnétique intense a le grand avantage de soustraire l'appareil à l'influence de l'action de la terre et des champs magnétiques extérieurs. De plus, les forces directrices mises en jeu sont très notables et permettent d'obtenir une grande fixité dans les indications ; elles permettent, en outre, de considérer comme négligeable le léger couple résistant dû aux fils d'entrée et de sortie du courant.

Prix : 250 francs.

Magnéto pour mesures d'isolements.



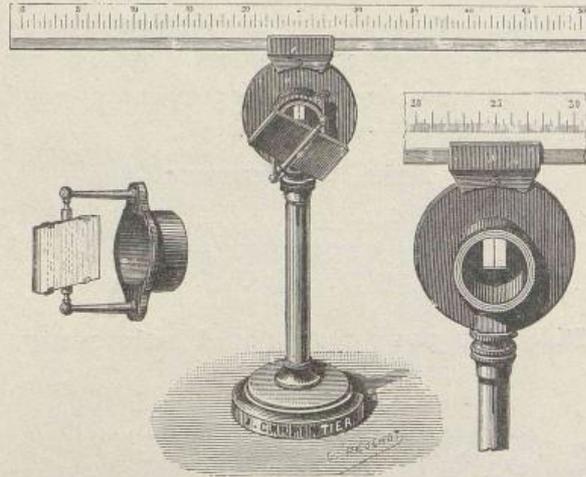
Le courant utilisé pour la manœuvre de l'ohmmètre est produit par une petite machine magnéto-électrique, mise en mouvement à l'aide d'une manivelle. L'induit de cette machine est divisé en 8 sections, de sorte que le courant est suffisamment continu, et peut être utilisé sans inconvénient pour les essais de câbles ayant de la capacité.

La vitesse à donner à l'arbre de la manivelle doit être d'environ 100 tours par minute. Des variations très notables de vitesse n'ont aucune influence sur les indications données par l'ohmmètre, puisque ces indications ne dépendent en aucune façon de l'intensité du courant produit, mais seulement du rapport des intensités des courants parcourant les deux circuits.

Prix : 250 francs.

Appareils pour l'observation des instruments à miroir.

Échelles divisées transparentes (modèles J. Carpentier).



Ces échelles rendent très simple l'observation des instruments à miroir; leur mise en place et leur réglage sont d'une telle facilité, et leur emploi si commode, qu'elles se sont répandues avec rapidité dans tous les laboratoires, et qu'elles ont remplacé, presque totalement, tous les anciens modèles d'échelles de réflexion. Elles se prêtent à l'emploi d'une source lumineuse quelconque, lampe à incandescence, bec de gaz, lampe d'appartement, bougie ordinaire, et permettent même, la plupart du temps, d'utiliser la lumière du jour.

La lumière utilisée est recueillie et renvoyée sur le miroir à l'aide d'une petite glace rectangulaire supportée par une monture à deux rotations.

L'observation par transparence a l'avantage, très précieux, de donner la possibilité de placer l'échelle juste en face de l'observateur et sur le trajet des rayons lumineux réfléchis par le miroir.

Échelle divisée transparente, modèle sur colonne, avec règle en celluloid de 50 ^c/_m, divisée en millimètres. 60. »

Échelle divisée transparente, modèle sur deux colonnes; ce modèle est destiné aux installations fixes, les deux colonnes sont vissées sur la table de mesures 80. »

Lanterne porte-bougie pour échelle transparente. 30. »

— avec réglage de la hauteur. 40. »

Lentille d'éclaircissement, se montant dans le barillet de l'échelle. 5. »

Lentille de 10 centimètres de diamètre, montée sur pied. 40. »

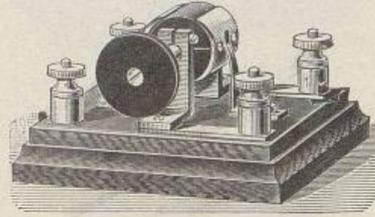
Lanterne à incandescence pour échelle divisée transparente. 50. »

Cette lanterne peut se monter directement sur l'échelle à la place de la monture du miroir rectangulaire.

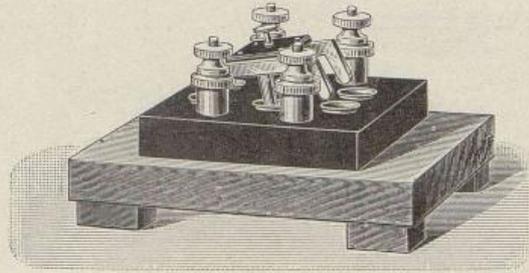
Lunette viseur. Montée sur un plateau à vis calantes, cette lunette est munie d'un oculaire réglable par pignon et crémaillère. 150. »

Clefs et Commutateurs.

Commutateur inverseur de Ruhmkorff 30. »

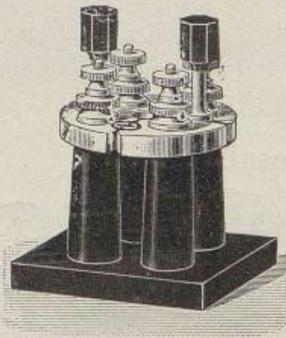


Commutateur inverseur à mercure 60. »



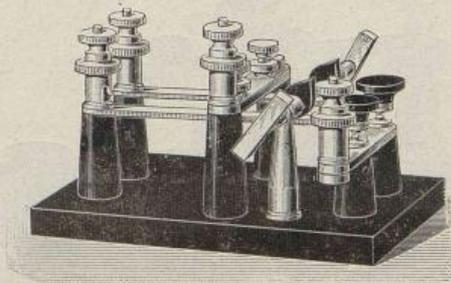
Le même, plus simple 50. »

Commutateur inverseur à 2 fiches et 4 bornes 50. »

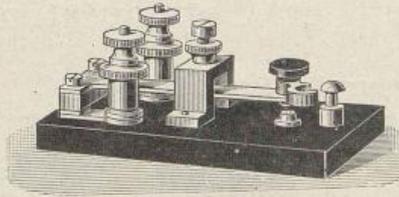


Commutateur à 1 fiche et 3 bornes 45. »

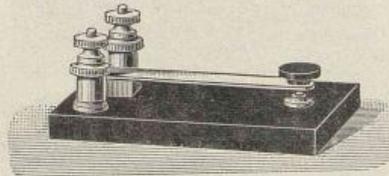
Clef d'inversion à double touche 80. »



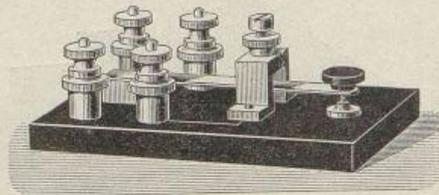
Clef de court-circuit 50. »



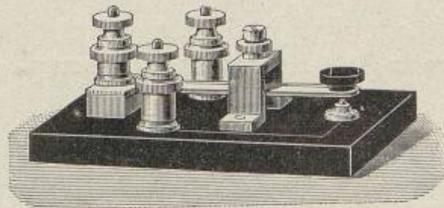
Clef simple à 1 contact 30. »



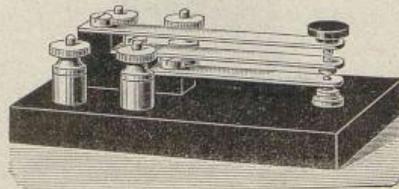
Clef à 2 contacts, à 4 bornes 50. »



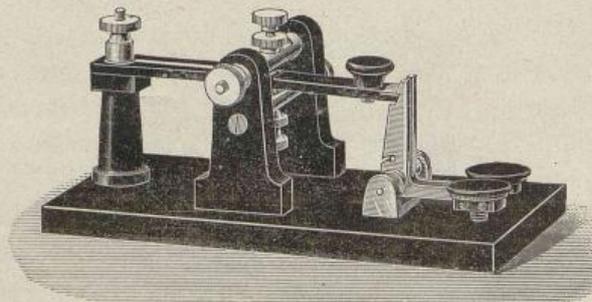
Clefs à 2 contacts, à 3 bornes 50. »



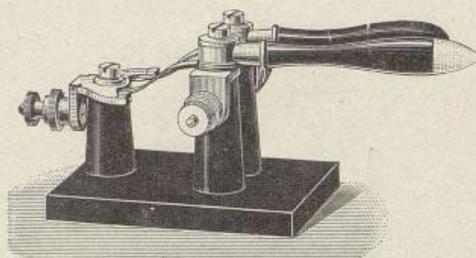
Clefs à 2 contacts successifs 50. »



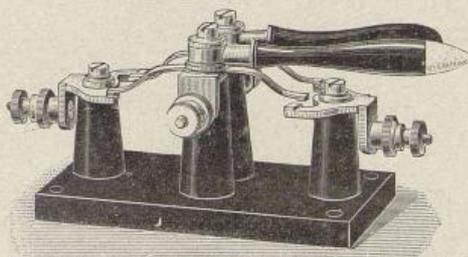
Clef de décharge de Sabine, modèle Carpentier 90. »



Clef de décharge de Rymer-Jones 70. »

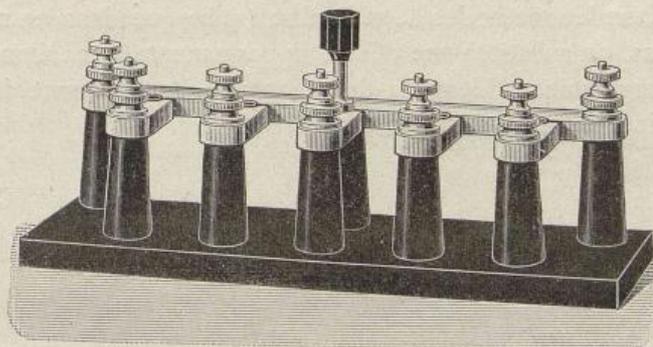


Clef double de Rymer-Jones 95. »



Commutateurs sur colonnes ébonite :

à 3 directions. 60. »
à 4 — 80. »
à 5 — 100. »

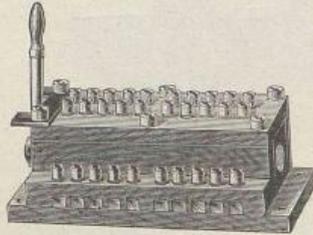


Commutateurs sur socle ébonite, sans colonnes :

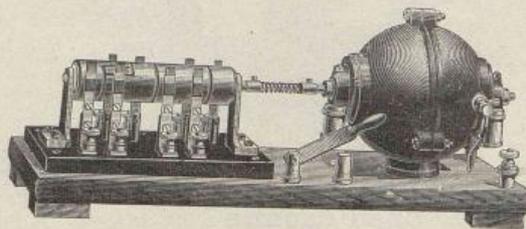
à 2 directions. 20. »
à 3 — 25. »
à 4 — 30. »
à 5 — 35. »
à 6 — 40. »

Commutateurs inverseurs Baudot :

à 3 circuits.	25. »
à 5 —	30. »
à 7 —	40. »
à 10 —	50. »



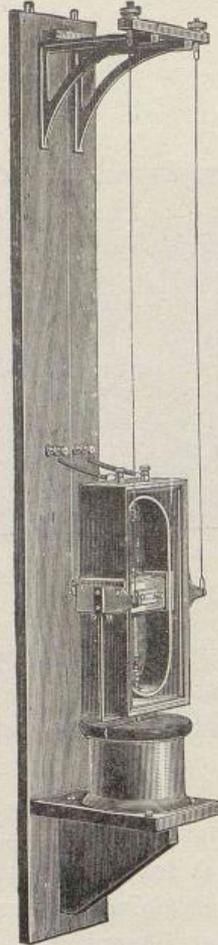
Commutateur tournant.	300. »
--	---------------



Ce commutateur se compose de deux inverseurs, montés sur le même axe, et calés à 90°; l'appareil est actionné par un moteur électrique qui peut lui donner une vitesse de 25 à 30 tours par seconde. Ce commutateur peut servir dans toutes les méthodes de mesures par répétition; aussi bien dans les méthodes de réduction à zéro que dans les méthodes de déviation; dans ce dernier cas, on substitue une déviation permanente à une élongation instantanée produite par une décharge unique. L'emploi de ce commutateur permet de mesurer de très petites valeurs de self-induction, d'induction mutuelle et de capacité.



Support antivibrateur.



Ce support très simple permet d'installer un appareil à équipement mobile, dans tous les endroits où les vibrations du sol rendraient impossible l'observation du miroir.

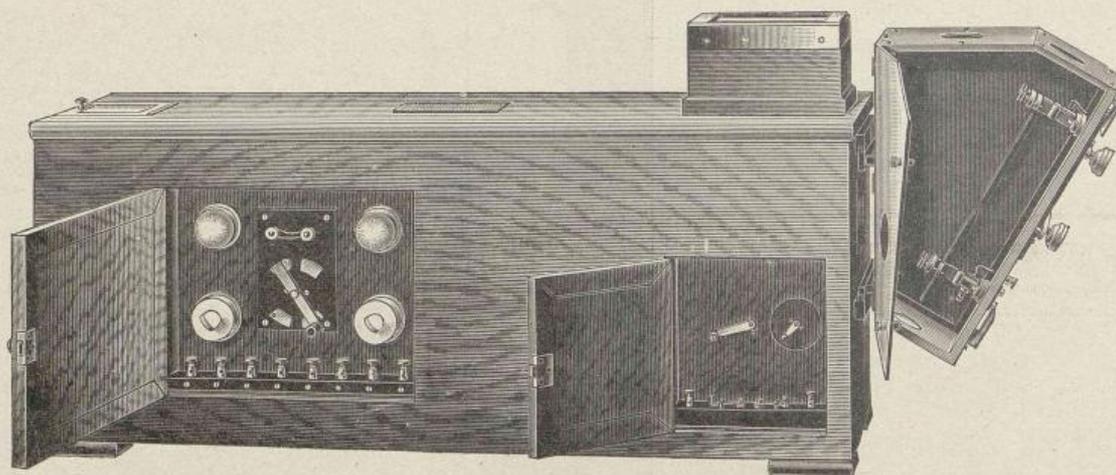
L'appareil est suspendu, par trois fils métalliques, à deux potences fixées sur un support vertical. Ses trois points d'attache sont réglés dans le plan horizontal passant par son centre de gravité. Il porte, à sa partie inférieure, un système d'ailettes plongeant dans un bain d'huile.

La figure ci-dessus représente le montage réalisé pour un galvanomètre Deprez-d'Arsonval balistique. Cette installation a fonctionné pendant toute la durée de l'Exposition de 1900 d'une manière très satisfaisante, et a permis de faire des mesures exactes dans un emplacement tout à fait instable, où les miroirs des appareils non munis de ce dispositif étaient constamment en vibration, et rendaient impossible toute observation.

Prix : 160 francs

Ce système peut être appliqué à tous les appareils de mesures, en modifiant convenablement le mode d'attache.

Oscillographes Blondel.



Les **oscillographes Blondel**⁽¹⁾ constituent chacun un ensemble complet et portable, qui permet d'observer et de relever les courbes des courants étudiés, sans qu'il y ait lieu de faire aucune installation ni aucun montage. Les organes qui les composent sont contenus dans une boîte de 90 centimètres de longueur, 26 centimètres de largeur et 36 centimètres de hauteur.

Deux modèles d'oscillographes sont réalisés, qui ne diffèrent que par le système de galvanomètre employé : le **modèle à fer doux** et le **modèle bifilaire**. Le galvanomètre à fer doux et le galvanomètre bifilaire sont construits de telle sorte qu'on peut les substituer l'un à l'autre dans le même oscillographe.

Le **galvanomètre à fer doux** se compose de deux équipages, placés chacun au centre d'une paire de bobines parcourues par le courant étudié. L'appareil permet ainsi d'obtenir simultanément, et avec leurs phases respectives, deux courbes : différence de potentiel et intensité, différence de potentiel primaire et secondaire d'un transformateur, etc. Les bobines sont appropriées à l'intensité du courant mesuré : généralement une des paires de bobines est en fil fin, pour la mesure des voltages, et l'autre paire est en gros fil, ou en lame, pour la mesure des intensités. Le galvanomètre se place entre les pôles d'un fort aimant, en U.

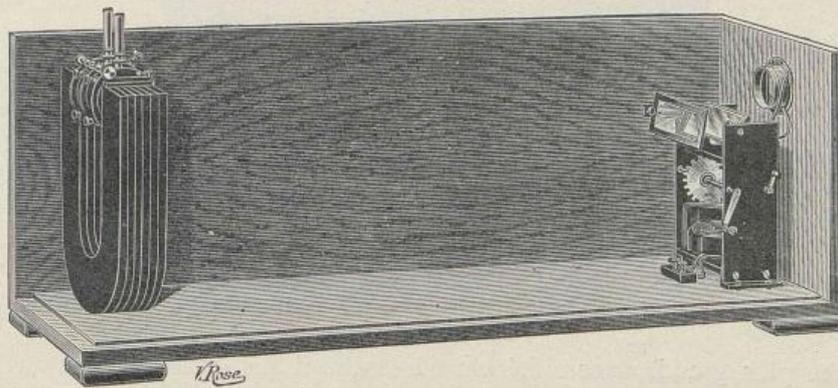
Chaque **équipement à fer doux** est formé par une lame de fer, mince et étroite, tendue sur un chevalet et portant, à son milieu, un petit miroir. Le tout est placé dans un tube de verre rempli d'huile, pour amortir les oscillations.

(1) *La Lumière Électrique*, t. xli, n° 35, p. 401, août 1891. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. cxvi, p. 748, avril 1893. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. cxvi, p. 502, avril 1893. *L'Industrie Électrique*, t. viii, n° 175, p. 137, avril 1897. *Revue générale des Sciences*, 12^e année, n° 13, p. 612, juillet 1891. *L'Éclairage Électrique*, t. xxxi, n° 15, p. 41, avril 1902.

Le **galvanomètre bifilaire** se compose de deux équipages bifilaires, réunis dans une armature qui se met entre les pôles de l'aimant, à la place du galvanomètre à fer doux. Les **équipages bifilaires** sont formés par deux rubans de bronze, tendus l'un à côté de l'autre, sur des chevalets isolés; un miroir est fixé au milieu des deux fils. Le courant étudié traverse les deux rubans et produit une torsion du système; le miroir permet d'observer cette torsion.

Les courants mesurés avec le galvanomètre bifilaire sont très faibles, 0,1 ampère environ; pour les intensités supérieures il faut shunter le bifilaire.

Tous les autres organes sont communs aux deux systèmes. La boîte porte, dans un encastrement latéral, les commutateurs, coupe-circuits et bornes des galvanomètres. Dans un second encastrement sont les organes de manœuvre du synchronoscope.



Le **synchronoscope** se compose d'un miroir oscillant autour d'un axe horizontal; le miroir est actionné par une came montée sur l'axe d'un moteur synchrone: l'inducteur est un aimant tournant; l'induit est fixe, il est à 6 pôles. Le profil de la came est tracé de telle sorte que, pendant les deux tiers de sa course, elle imprime au miroir un mouvement proportionnel au temps, et, pendant l'autre tiers, elle le ramène rapidement à sa position initiale.

Un obturateur électrique, en relation avec la came, supprime l'image correspondant à la course de retour au zéro du miroir.

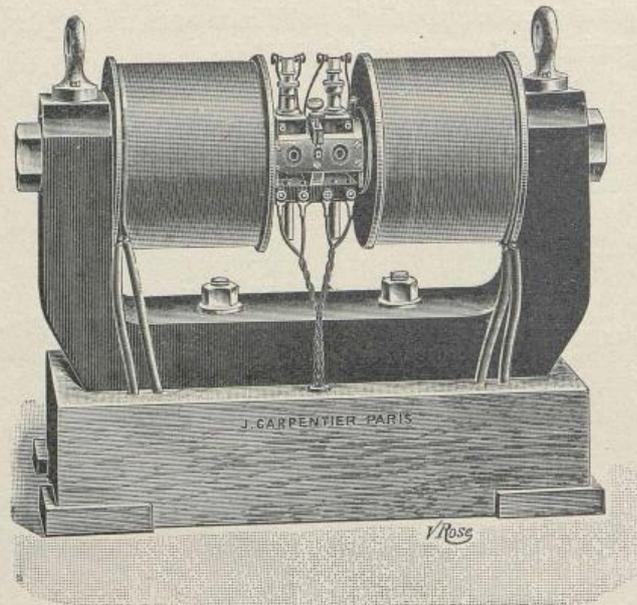
L'appareil est complété par une lampe à arc, à main, qui s'accroche sur des glissières fixées à l'extérieur de la caisse.

Ces appareils sont disposés de façon à permettre la photographie instantanée de la courbe du courant. Un châssis photographique se monte, à coulisse, à la place de la glace dépolie recevant l'image; dans ce cas, l'obturateur reste fermé, il ne découvre le rayon lumineux que pendant le temps correspondant à une seule oscillation du miroir du synchronoscope.

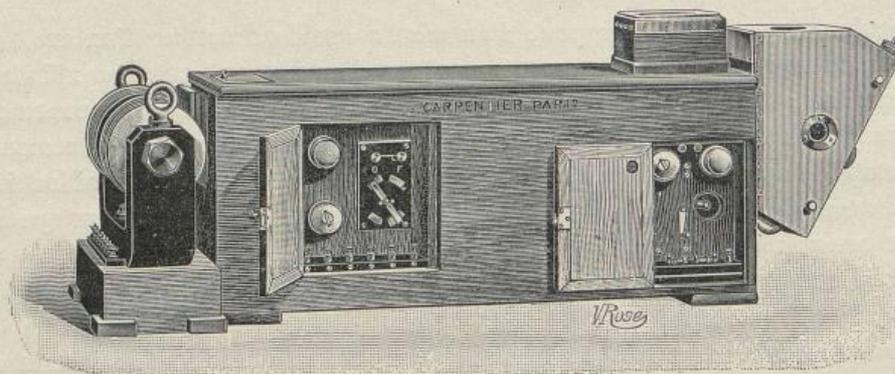
Lorsqu'on veut obtenir la plus grande sensibilité possible, on peut remplacer l'aimant permanent par un **électro-aimant** excité par la source du courant continu qui alimente l'arc. L'électro-aimant se place au bout de la caisse, la porte arrière de celle-ci étant ouverte, et le galvanomètre bifilaire est mis entre les pôles de l'électro. Par ce moyen on obtient 3 ou 4 fois plus de sensibilité.

Avec l'oscillographe à fer doux, bobines volts, la déviation du point lumineux sur le verre dépoli est de 30 à 40 m/m pour 1 ampère, lorsque la vibration propre de la lame atteint 10 000 oscillations simples par seconde.

L'oscillographe à fer doux est très simple et très maniable, il doit être préféré chaque fois que la sensibilité ci-dessus est suffisante.



Lorsqu'une plus grande sensibilité est nécessaire il faut avoir recours au bifilaire qui, pour la même rapidité de vibrations, donne environ 300 m/m par ampère. Enfin, on obtient, avec le bifilaire et l'électro-aimant, dans les mêmes conditions, 1000 m/m par ampère.



Indépendamment de l'observation directe et de la photographie des courbes de courant, les oscillographes se prêtent, mieux que tout autre appareil, à l'analyse des courants périodiques, par la méthode de résonance ⁽¹⁾. En combinant l'emploi d'un oscillographe, d'une bobine de self-induction réglable (p. 22) et de condensateurs industriels (p. 25), on peut déterminer l'équation complète de la courbe du courant : rang, amplitude et phase de tous les harmoniques.

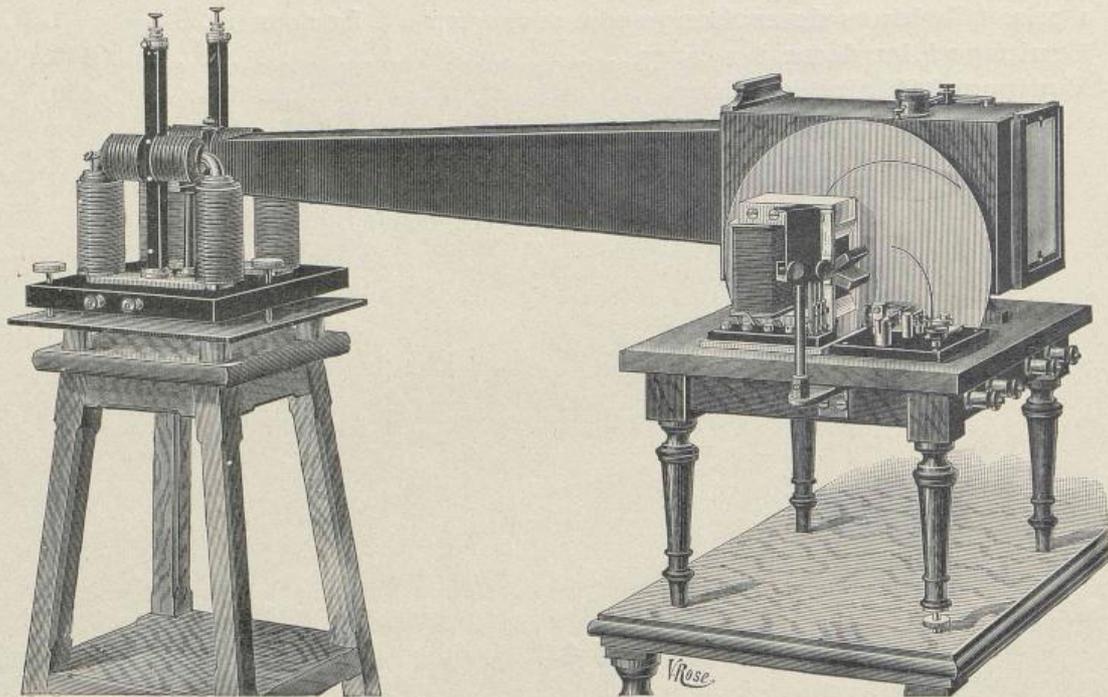
(1) *Éclairage Électrique*, t. xxx, p. 372, 15 mai 1902.

Prix des oscillographes :

Oscillographe à fer doux , avec lampe à arc et châssis photographique.	1400.	»
Oscillographe bifilaire , avec lampe à arc et châssis photographique	1500.	»
Oscillographe avec galvanomètre bifilaire et galvanomètre à fer doux , avec lampe à arc et châssis photographique.	1900.	»
Le même, avec électro-aimant extérieur	2400.	»
1 paire de bobines de rechange pour oscillographe à fer doux.		» »
Équipage à fer doux de rechange.	100.	»
Équipage bifilaire de rechange	150.	»



Rhéographe Abraham.



Le Rhéographe (1) est destiné à observer et enregistrer les courbes de courants.

Il se compose de trois parties : le rhéographe proprement dit, le synchronoscope, et la table de compensation.

Le Rhéographe comprend deux galvanomètres identiques, disposés côte à côte, sur le même socle. Chacun de ces galvanomètres est constitué par un cadre mobile, de très petites dimensions, qui peut se mouvoir dans le champ intense créé par un électro-aimant. Un système de deux prismes à réflexion totale permet de recevoir les rayons réfléchis par les miroirs sur la glace dépolie de la chambre noire montée sur le synchronoscope.

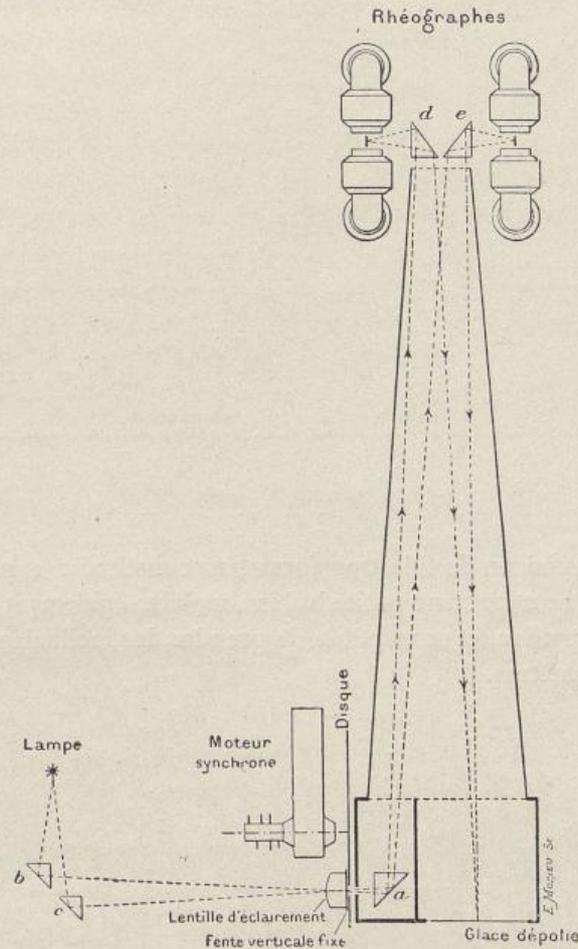
Le Synchronoscope sert à créer le point lumineux, animé d'un mouvement rectiligne et périodique, dont l'image trace la forme des courants.

Il se compose d'un disque en aluminium, ajouré de trois fentes étroites, en développantes de cercle, et monté sur l'axe d'un moteur synchrone à six pôles. Ce moteur est actionné par une dérivation du courant à étudier.

(1). *Bulletin de la Société Internationale des Électriciens*, t. XIV, N° 140, p. 307, juillet 1897. (Voir index bibliographique annexé.)

Le disque tourne contre une des faces de la chambre noire, dans laquelle est pratiquée une fente fixe, étroite, rectiligne, verticale et placée à une distance de l'axe du moteur égale au rayon du cercle générateur des développantes tracées sur le disque.

C'est le croisement des fentes mobiles et fixe qui engendre le point lumineux mobile. Les conditions géométriques que remplit ce dispositif font que le mouvement rectiligne du point est uniforme quand la vitesse de rotation du moteur est elle-même uniforme.

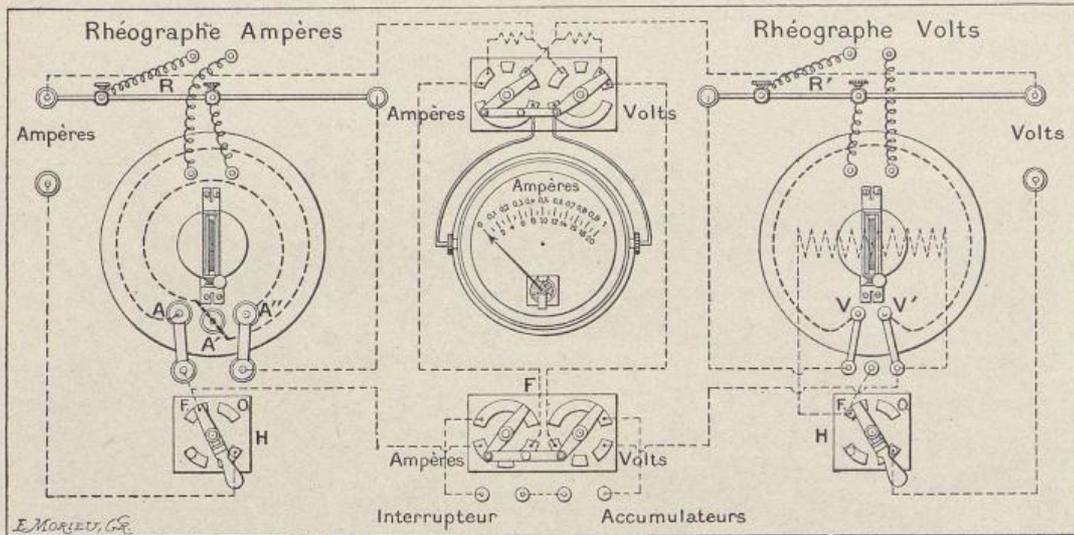


Une lampe et une lentille placées en avant des deux fentes projettent un rayon lumineux sur un prisme *a* qui le renvoie sur le miroir des rhéographes.

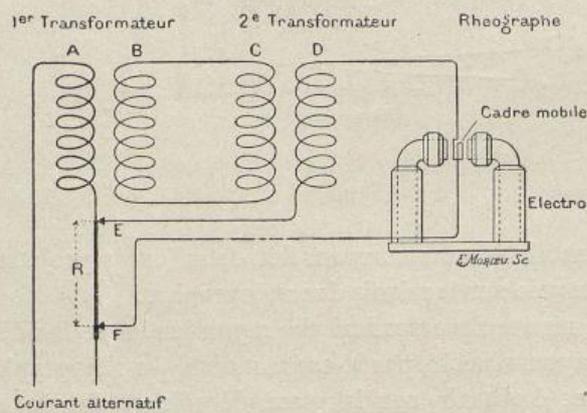
La composition du mouvement vertical du rayon lumineux incident, et du mouvement horizontal imprimé au rayon réfléchi par le cadre mobile du rhéographe, sous l'influence du courant alternatif, permet d'obtenir, sur la glace dépolie ou la plaque photographique, la courbe du courant en fonction du temps.

L'arbre du moteur porte un commutateur qui lui permet, au moment de la mise en marche, de fonctionner comme moteur asynchrone jusqu'à ce qu'il ait atteint la vitesse du synchronisme,

Table de compensation. — La table de compensation comprend deux séries d'appareils semblables correspondant chacune à l'un des galvanomètres.



Chaque série comprend un double transformateur constitué : 1^o par une grande bobine plate à deux enroulements; 2^o par une petite bobine mobile, également à deux enroulements, placée au centre de la première, et susceptible de prendre des inclinaisons variées en pivotant autour de l'un de ses diamètres.



Le rhéographe reçoit le courant secondaire obtenu par ces deux inductions.

Pour corriger les erreurs dues à l'amortissement du mouvement du cadre mobile et à la rigidité des fils de suspension, le rhéographe reçoit, en plus du courant doublement transformé, un autre courant n'ayant subi qu'une seule induction, et une fraction du courant à mesurer lui-même ; ce résultat est atteint, d'une part, en utilisant l'action directe du circuit A sur le circuit D, action que l'on règle en faisant varier l'inclinaison du second transformateur, d'autre part, en déplaçant les curseurs EF qui déterminent la grandeur de la dérivation R prise sur le circuit principal.

Les deux séries de transformateurs ont des enroulements différents ; ils permettent l'observation simultanée, sur le même écran, des deux courbes de force électromotrice et d'intensité avec leur forme et leur différence de phase réelles : le dédoublement est obtenu à l'aide de deux groupes de prismes *b c* et *d e*.

La table de compensation porte les interrupteurs et commutateurs nécessaires pour le réglage et le fonctionnement, ainsi qu'un ampèremètre aperiodique à deux sensibilités.

Le réglage de la compensation se fait à l'aide d'un courant continu auxiliaire fourni par deux ou trois accumulateurs. Ce courant, coupé périodiquement par un interrupteur spécial monté sur le synchronoscope, parcourt les circuits de la table de compensation, et son action sur le rhéographe produit une courbe régulière et bien définie, dont le simple examen sur l'écran indique le sens des corrections à effectuer. Le réglage se fait ainsi, expérimentalement, avec la plus grande facilité.

Les courbes obtenues à l'aide du rhéographe Abraham sont rigoureusement identiques à celles obtenues à l'aide de l'oscillographe Blondel.

Prix du Rhéographe :

1 Rhéographe simple	400.	»
1 Rhéographe double	800.	»
1 Table de compensation simple	450.	»
1 Table de compensation double	1000.	»
1 Synchronoscope	1200.	»
1 Rhéographe simple complet	2050.	»
1 Rhéographe double complet	3000.	»



Galvanomètre enregistreur universel.



Le galvanomètre est à cadre mobile, il est très robuste. Le cadre est muni de deux index, l'un en avant, pour la lecture sur un cadran divisé, l'autre en arrière, pour porter la plume de l'enregistreur.

Le zéro de l'appareil peut être déplacé au moyen d'une clef moletée; on peut l'amener, suivant les besoins, à un point quelconque de la graduation.

La plume est amovible; elle est munie d'un contrepoids qui assure une pression légère et constante sur le papier.

La feuille de papier est introduite dans l'appareil par une fente ménagée à la partie supérieure, comme on met une lettre à la poste. Lorsqu'elle a reçu l'inscription, elle tombe et peut être remplacée par une autre. La longueur de la feuille de papier n'est pas limitée.

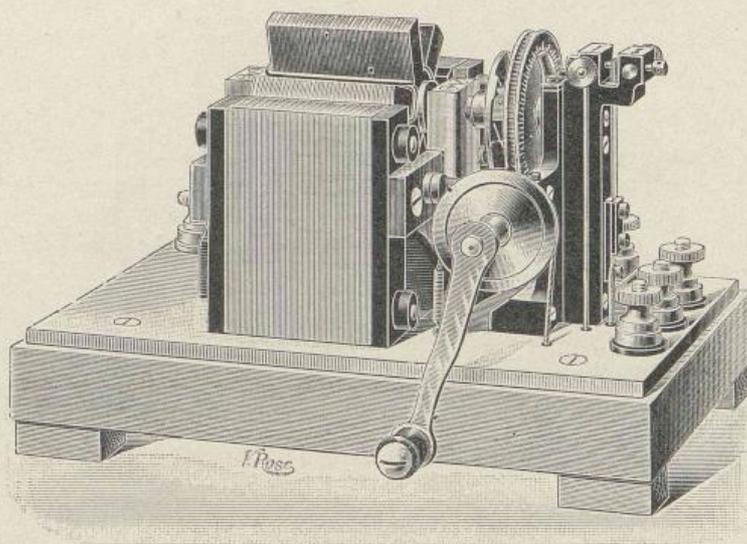
L'entraînement du papier se fait électriquement, en envoyant des courants très courts dans un électro-aimant qui actionne le cliquet d'une roue à rochet. La loi d'avancement du papier est liée à la loi des émissions de courant; elle peut être quelconque; uniforme ou variée, fonction du temps ou d'un autre facteur.

Pour produire l'avancement proportionnel au temps on se sert du *transmetteur chronométrique*.

Le galvanomètre enregistreur universel, joint au transmetteur chronométrique et à des résistances appropriées, peut servir comme ampèremètre ou voltmètre enregistreur. Joint au contact tournant indiqué plus loin, il permet d'enregistrer les courbes des courants alternatifs.

Galvanomètre enregistreur universel. 350 »
Transmetteur chronométrique. » »

Contact tournant.



Cet appareil, destiné à l'étude des courants alternatifs, par la méthode de M. Joubert, consiste essentiellement en une petite clef de décharge actionnée, mécaniquement, par une came solidaire de l'axe d'un petit moteur synchrone à 6 pôles. La commande de la clef de décharge est faite par un petit palpeur qui frotte sur la came. La position du palpeur peut être modifiée en tournant à la main une manivelle, ce qui permet de déplacer l'instant du contact dans la période.

Ce dispositif a l'avantage de substituer à un contact frottant, toujours indécis et sujet aux vibrations, un contact d'appui, franc et précis.

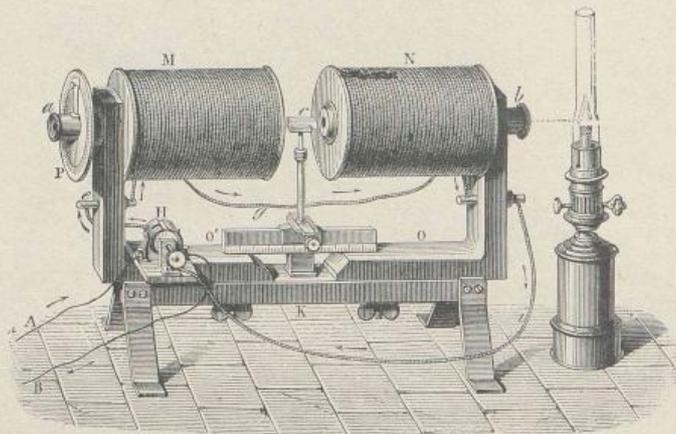
Le contact tournant, joint à un voltmètre ordinaire et à un condensateur, peut servir à relever une courbe de courant alternatif en observant les indications du voltmètre pour différentes positions du palpeur; ces positions sont repérées par une graduation. Il peut servir également, à l'aide du même dispositif, à déterminer la différence de phase de deux courants.

En remplaçant le voltmètre ordinaire par le galvanomètre enregistreur universel (p. 100): on peut tracer la courbe automatiquement. A cet effet, l'avancement du papier est lié au mouvement du palpeur; chaque tour de la manivelle qui fait mouvoir celui-ci provoque des émissions de courant, de sorte qu'il suffit de tourner cette manivelle, à une vitesse quelconque, pour tracer la courbe complète du courant alternatif.

Contact tournant. 325 »



Électro-aimant de Faraday. — Modèle de Ruhmkorff.



Cet appareil est disposé pour réaliser toutes les expériences classiques démontrant l'action d'un champ magnétique puissant sur les corps magnétiques et diamagnétiques ; il porte les organes nécessaires à l'étude de la polarisation rotatoire magnétique. A cet effet, les noyaux de fer doux des bobines sont creux et sont munis d'un polariseur et d'un analyseur.

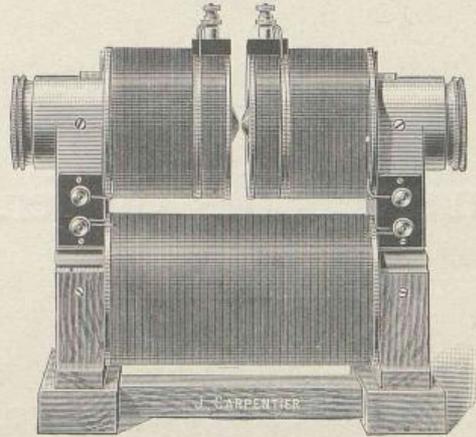
Chacune des bobines a $160^m/m$ de diamètre et $210^m/m$ de longueur ; elle est enroulée de 470 tours de fil de cuivre de $3^m/m$ et a une résistance d'environ 0,4 ohm. Les deux bobines peuvent coulisser sur leur support et être écartées l'une de l'autre de $18^c/m$. Un commutateur Ruhmkorff est monté sur le bâti.

L'appareil est muni de trois séries de pièces polaires de formes différentes ; des accessoires, comprenant : un cylindre et une sphère de bismuth, un cube de cuivre rouge, un parallépipède de flint dense et un support de bougie, sont contenus dans une boîte gainée.

Prix : 850 francs



Électro-aimant. — Modèle de M. Pierre Weiss.



Ce modèle (1) a été réalisé par M. P. Weiss pour obtenir, sous une forme maniable, avec un poids relativement faible (80 kilos) et moyennant une dépense d'énergie peu élevée, les intensités de champ dont on a besoin aujourd'hui dans les laboratoires.

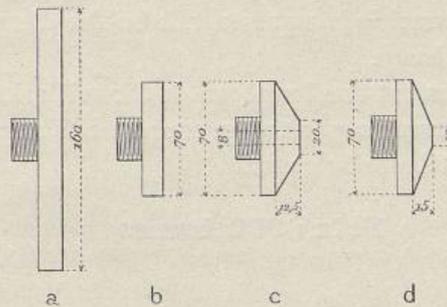
Le circuit magnétique a la forme d'un rectangle, dont trois côtés sont formés par une seule pièce de fer forgé; dans cette pièce sont ajustés, à frottement doux, deux noyaux cylindriques de 7^c/m de diamètre, qui forment le quatrième côté du rectangle: ces deux noyaux sont percés, de part en part, d'un trou cylindrique de 20^m/m: ils peuvent être rapprochés jusqu'au contact, et être éloignés l'un de l'autre jusqu'à ce qu'ils laissent entre eux un entrefer de 9^c/m.

Le circuit d'excitation est constitué par trois bobines fixes, enroulées avec du fil de cuivre d'un diamètre approprié au voltage dont on dispose.

Pour la production des champs de grande intensité, deux bobines supplémentaires sont chaussées sur les extrémités des noyaux de fer; elles augmentent ainsi la force magnétomotrice, et concentrent les lignes de force dans l'entrefer.

Le modèle pour 60 volts a deux ohms de résistance totale à la température ambiante: il est enroulé en fil de 2,5^m/m. Pour 100 volts la résistance est de 4,6 ohms et le diamètre du fil de 2^m/m.

L'appareil est livré avec quatre séries de pièces polaires: les plus grandes *a*, sont faites



en vue d'obtenir des champs uniformes et étendus, de l'ordre de 2000 gauss, dans un entrefer de 4^c/m; les plus petites *b* sont destinées à donner, suivant leur écartement, des champs uniformes pouvant aller jusqu'à 20 000 gauss; les pièces *d*, en forme de tronc de cône, développent le champ maximum qui peut dépasser 30 000 gauss; les pièces *c* sont percées d'un trou de 8^m/m de diamètre et sont utilisées pour les expériences d'optique.

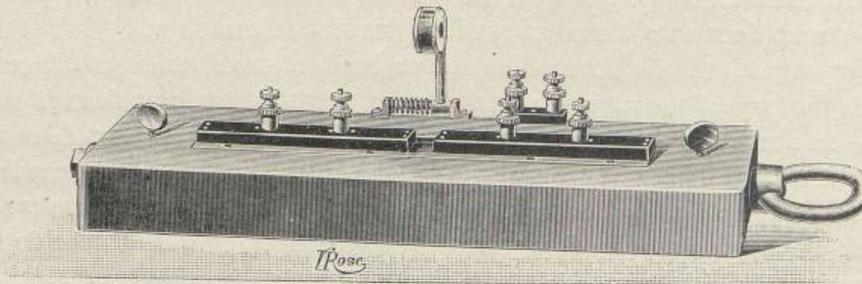
Des pièces polaires, de toutes formes, peuvent être faites sur demande.

Prix : 1200 francs.

Voir l'Éclairage électrique, t. xv, n° 25, du 13 juin 1903.

Appareils pour l'étude des propriétés magnétiques du fer.

Perméamètre d'Hopkinson.

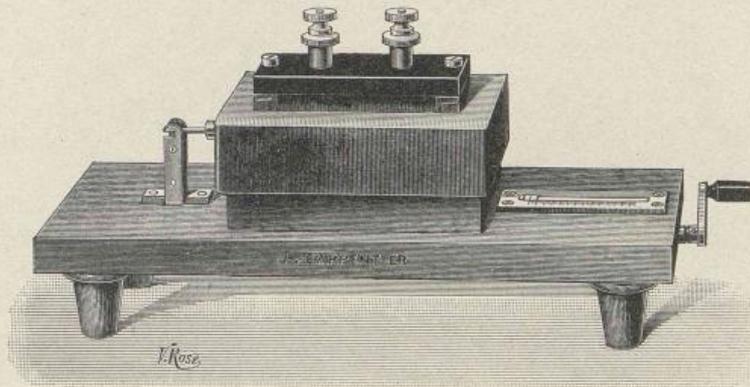


L'appareil d'Hopkinson sert à déterminer, par la méthode balistique, l'induction magnétique \mathcal{H} en fonction de la force magnétisante \mathcal{B} . L'échantillon à essayer a la forme d'un cylindre, il a un centimètre carré de section, et 50 centimètres de longueur; il est introduit dans un bloc de fer rectangulaire qui contient, dans un évidement central, deux bobines magnétisantes. Entre ces deux bobines fixes, une petite bobine mobile, reliée au galvanomètre balistique, est montée sur un levier à ressort et est maintenue en place par la barre à essayer qui la traverse. Cette barre est divisée en deux parties, et coupée par son milieu, de telle sorte que si l'une de ses parties est arrachée brusquement, la bobine d'exploration se trouve dégagée, et est projetée en dehors du champ.

Les bobines magnétisantes ont une longueur de 350 millimètres; elles sont enroulées de 290 tours de fil de cuivre et peuvent supporter un courant de 3 ampères, de sorte que la valeur du champ magnétisant peut atteindre 30 gauss.

Prix : 300 francs

Perméamètre à arrachement.



Cet appareil sert à déterminer l'induction \mathfrak{B} en fonction de la force magnétisante, en déduisant cette induction de la force nécessaire pour séparer l'échantillon de fer du circuit magnétique.

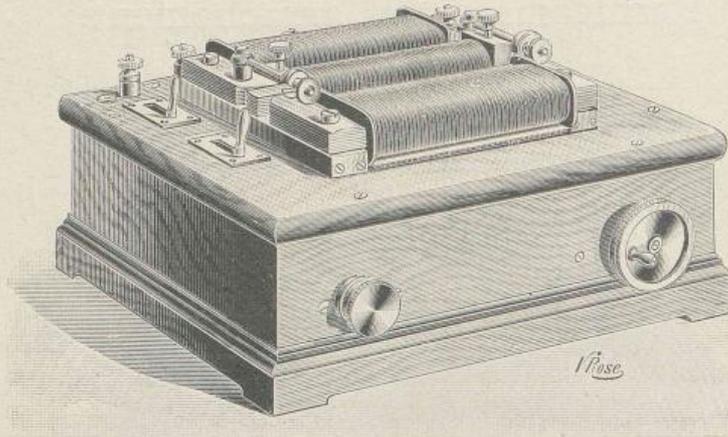
L'échantillon de fer traverse une bobine magnétisante placée au centre d'un bloc de fer doux. L'une de ses extrémités, parfaitement dressée, vient s'appuyer sur la paroi interne du bloc de fer, l'autre est reliée à un ressort peson dont on peut faire varier progressivement la tension, au moyen d'une vis manœuvrée par une manivelle. Un index, se déplaçant le long d'une règle graduée, donne la valeur de l'effort qu'il a été nécessaire d'effectuer pour produire l'arrachement du barreau.

La bobine magnétisante a une longueur de 10 centimètres, elle est enroulée de 800 tours de fil de $1^{\text{m}}/_{\text{m}}$ de diamètre et peut supporter un courant de 1 ampère.

L'échantillon de fer essayé a un diamètre de $10^{\text{m}}/_{\text{m}}$; pour simplifier les mesures, les valeurs de l'induction \mathfrak{B} correspondant à celles de la force portante du barreau, ont été calculées d'avance, et inscrites sur la règle divisée de l'appareil, de sorte que la graduation est faite directement en gauss. L'échelle des lectures est comprise entre 0 et 13000 gauss.

Prix : 250 francs

Perméamètre Picou.



Le perméamètre Picou est disposé pour éviter les erreurs, souvent considérables, qui résultent des joints magnétiques entre l'échantillon étudié et la culasse de fer destinée à fermer le circuit magnétique. La méthode employée est une méthode de compensation, grâce à laquelle la force magnétomotrice, destinée à vaincre la réluctance des joints et des culasses, est produite par un courant auxiliaire. Le courant principal ayant seulement à fournir le flux de force dans l'échantillon étudié, la valeur du champ magnétisant \mathcal{H} est exactement connue, quelle que soit la valeur des joints.

La mesure de \mathcal{B} se fait en observant l'élongation d'un galvanomètre balistique. Le même galvanomètre sert au réglage de la compensation, mais, afin de simplifier la manipulation, un dispositif, composé d'un transformateur à entrefer variable et d'un commutateur tournant, permet de faire ce réglage par une méthode de zéro. Les connexions des différents circuits sont assurées par deux commutateurs à manette. Grâce à l'ensemble des dispositions réalisées, la détermination d'une courbe complète de l'induction \mathcal{B} en fonction de la force magnétisante \mathcal{H} , peut être faite très rapidement et avec la plus grande précision.

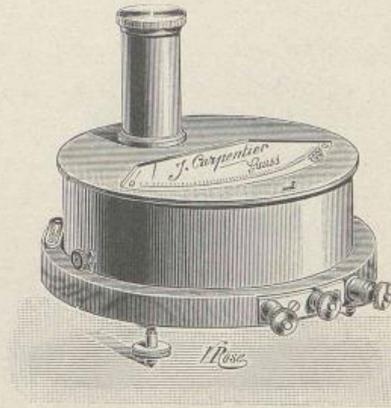
L'éprouvette d'essai est un barreau carré de 18 à 20 cm. de longueur et 1 cm de côté, en fer plein ou en lames de tôle superposées, selon les cas. Un dressage très grossier des surfaces des joints suffit, ce qui rend la préparation des éprouvettes d'essai très simple.

Les mesures faites à plusieurs mois d'intervalle sont absolument concordantes entre elles.

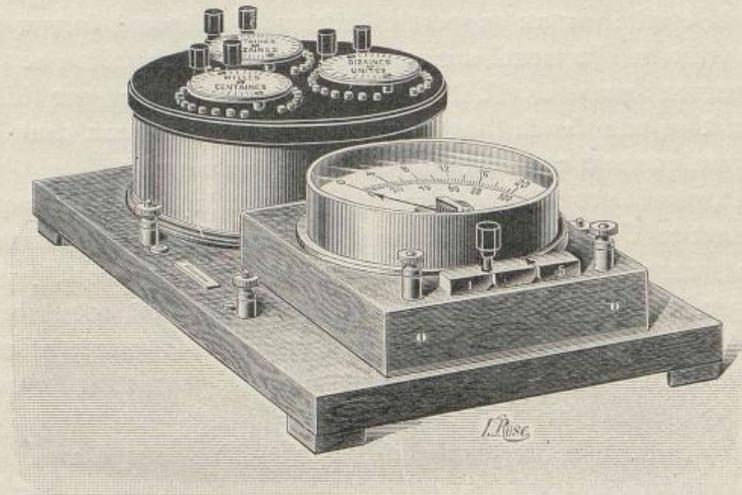
Le **perméamètre** proprement dit se compose des culasses en fer et des bobines magnétisantes, montées sur un socle qui renferme les commutateurs et le transformateur à entrefer variable. La manivelle du commutateur tournant et le bouton de réglage de l'entrefer du transformateur sont en avant du socle, à portée de la main. La bobine magnétisante de l'échantillon est construite de telle sorte que le champ magnétisant est de 1 gauss pour 5 milliampères.

Les rhéostats pour le réglage des courants, l'ampèremètre et le galvanomètre balistique peuvent être quelconques, mais des modèles spéciaux ont été construits pour simplifier le montage et faciliter l'emploi du perméamètre.

Le **galvanomètre balistique** est à lecture directe, il est gradué jusqu'à 20 000 gauss. C'est un appareil à cadre mobile, portatif et maniable, qui peut être installé aisément à côté du perméamètre.



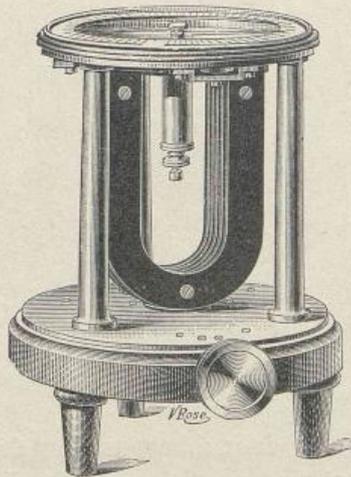
La **table d'accessoires** porte deux rhéostats, l'un de 10 à 1100 ohms, pour le courant auxiliaire; l'autre de 1 à 11110 ohms pour le courant principal. Un milliampèremètre de précision, à cadre mobile, sert à la mesure du courant principal; il porte deux graduations :



l'une de 0 à 100 milliampères, l'autre de 0 à 20 gauss. Un shunt, dont le pouvoir multiplicateur est 5, permet de mesurer jusqu'à 500 milliampères ou 100 gauss.

Perméamètre Picou	600
Galvanomètre balistique à lecture directe	250
Table d'accessoires	550

Hystérésimètre Blondel-Carpentier.



L'hystérésimètre Blondel-Carpentier a pour but l'essai industriel du fer au point de vue de l'hystérésis.

Le fer à essayer, découpé en anneaux de 38 m/m de diamètre intérieur, et 55 m/m de diamètre extérieur, est empilé sur un support cylindrique, de façon à former une épaisseur de 4 m/m ; le support étant ensuite monté sur un arbre vertical, l'échantillon se trouve placé dans un champ créé par un aimant en U. Des pièces polaires, portées par l'aimant, embrassent l'anneau, en laissant un entrefer de longueur suffisante pour assurer, dans le fer, une induction magnétique pratiquement constante et voisine de 10000 gauss.

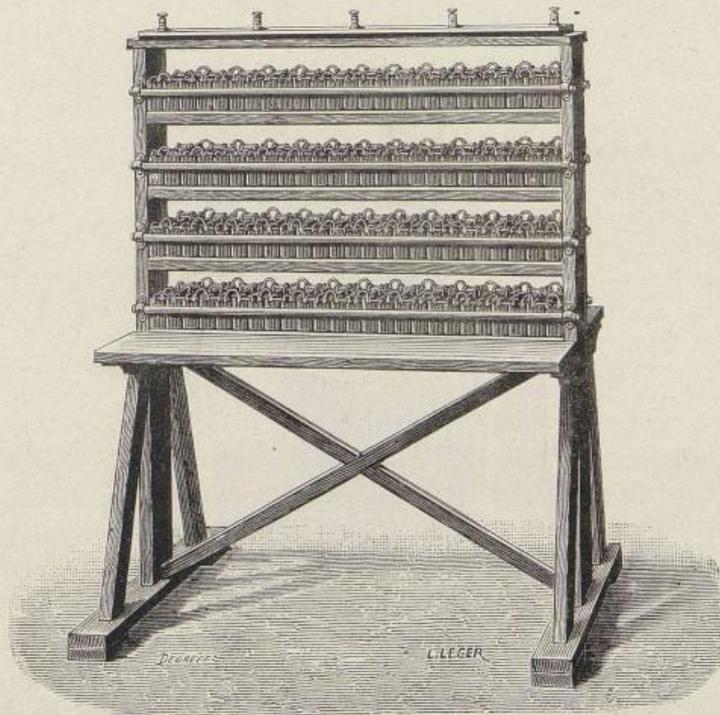
Une manivelle, placée sur le côté du socle, permet, à l'aide d'un disque et d'un galet, de faire tourner l'aimant en U autour d'un axe vertical. A chaque tour de l'aimant, tous les points de l'échantillon passant par un cycle complet d'aimantation, la dépense d'énergie, occasionnée par l'hystérésis, produit un couple qui tend à entraîner le fer, mais un ressort à boudin, fixé à l'arbre vertical, s'oppose à ce mouvement et la torsion de ce ressort donne la mesure de l'hystérésis. Un index, fixé sur l'arbre, et un cadran divisé, permettent de mesurer la torsion du ressort.

L'appareil est destiné à la *comparaison* de l'échantillon essayé avec une autre d'hystérésis connue, le rapport des torsions donnant le rapport des pertes par hystérésis; il est livré avec un échantillon longuement étudié, dont l'hystérésis est constante et bien connue.

L'hystérésimètre Blondel-Carpentier mesure l'hystérésis tournante; les coefficients sont plus élevés de 25 pour 100 environ que ceux des appareils qui mesurent l'hystérésis alternative. L'approximation des mesures atteint environ 5 pour 100.

Hystérésimètre Blondel-Carpentier 400 »

Batteries d'accumulateurs.



Ces batteries sont faites en vue des mesures de laboratoires qui nécessitent des voltages élevés et constants. Elles comprennent 100 petits accumulateurs, réunis par séries de 25 sur des planches d'étagère. Chaque élément est contenu dans un vase en verre ($70^m/m \times 70^m/m \times 35^m/m$) et se compose de 3 plaques de $60^m/m \times 60^m/m$ pesant ensemble 380 grammes.

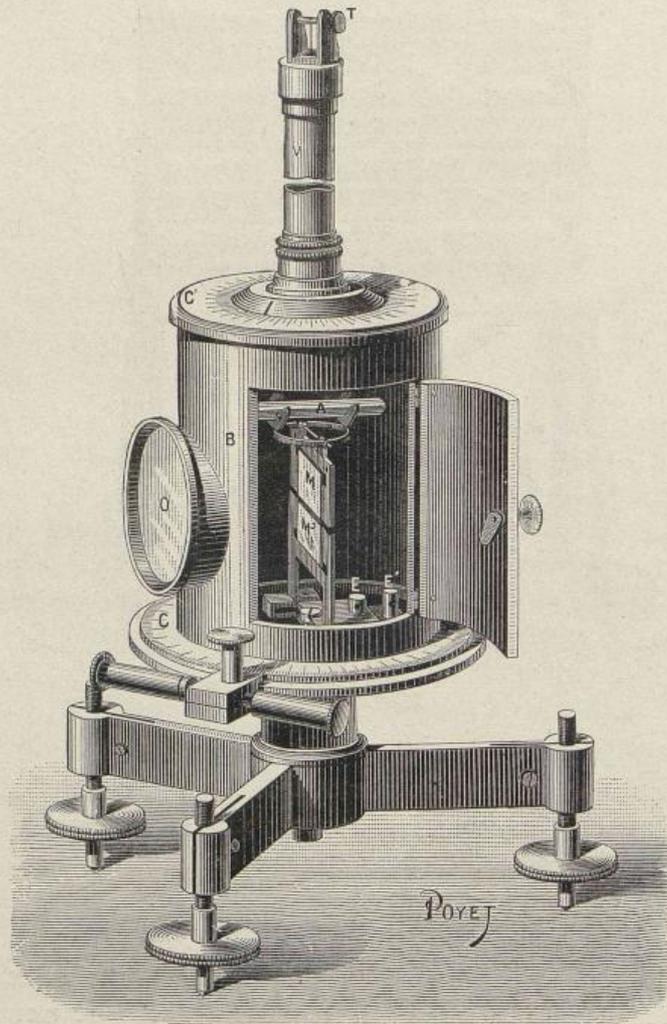
L'étagère a une hauteur totale de $1^m,45$ et une longueur de $1^m,15$; des prises de courant reliées aux quatre séries d'accumulateurs permettent d'utiliser chaque groupe isolément.

Prix : 700 francs

Appareils magnétiques de M. Mascart.

Ces appareils, destinés à l'étude du magnétisme terrestre, comprennent : le déclinomètre, le bifilaire et la balance magnétique. Chaque appareil se compose de la boussole proprement dite, d'une échelle divisée et d'une lunette.

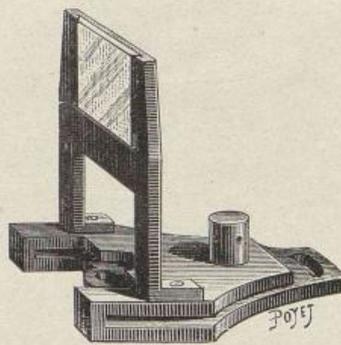
Déclinomètre. — Les variations de la déclinaison sont observées au *déclinomètre*.



Déclinomètre.

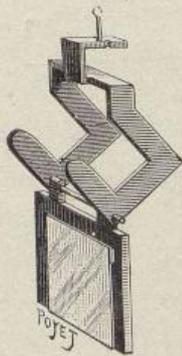
Cet appareil se compose essentiellement d'une cage métallique circulaire B, de 0^m,10 de hauteur sur 0^m,08 de diamètre, portée sur un trépied à vis calantes, et entraînant, dans son mouvement de rotation autour de l'axe vertical, un cercle gradué C placé à sa base ; sa face

antérieure est percée d'une ouverture circulaire O, fermée par une lentille convergente, de 1^m environ de distance focale. Une colonne métallique V, de 0^m,17 de hauteur, fixée par sa base à un second cercle C', gradué seulement de 10° en 10°, se termine, à sa partie supérieure, par un treuil T auquel est attaché le fil de suspension du barreau: ce fil est un simple brin de cocon de 0^m,25 à 0^m,30 de longueur. Le barreau A, de section carrée, a une longueur de 0^m,05 seulement; l'étrier qui le supporte est muni d'un miroir vertical M, qui suit tous les déplacements du barreau. Un second miroir vertical M' est encastré dans une monture fixe qui fait corps avec la cage; il peut être réglé, soit horizontalement, soit verticalement, au moyen de deux vis, E et E'.

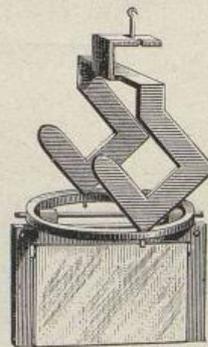


Monture du miroir fixe.

Étriers. — Il y a deux formes d'étriers; dans l'un, le miroir est parallèle au barreau; dans l'autre, il lui est perpendiculaire. On emploie l'un ou l'autre de ces étriers, selon que le rayon visuel dans la lunette est parallèle ou perpendiculaire au barreau.

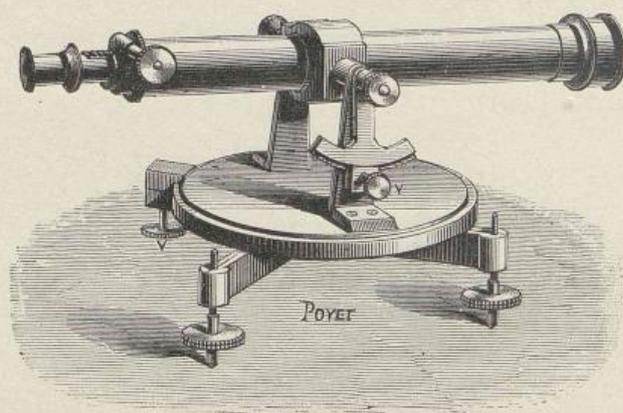


Étrier N° 1.

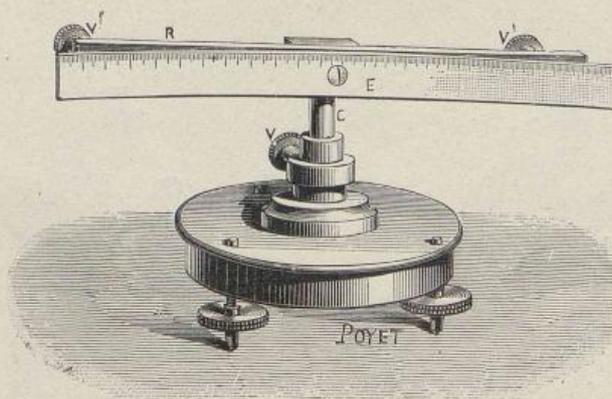


Étrier N° 2.

Lunette. — La lunette est construite pour viser sur l'infini; elle est munie d'un réticule, et l'oculaire est entraîné par une crémaillère pour faciliter la mise au point. Elle est montée sur un trépied à vis calantes, et des vis de serrage V permettent d'en fixer la position, verticalement et horizontalement.

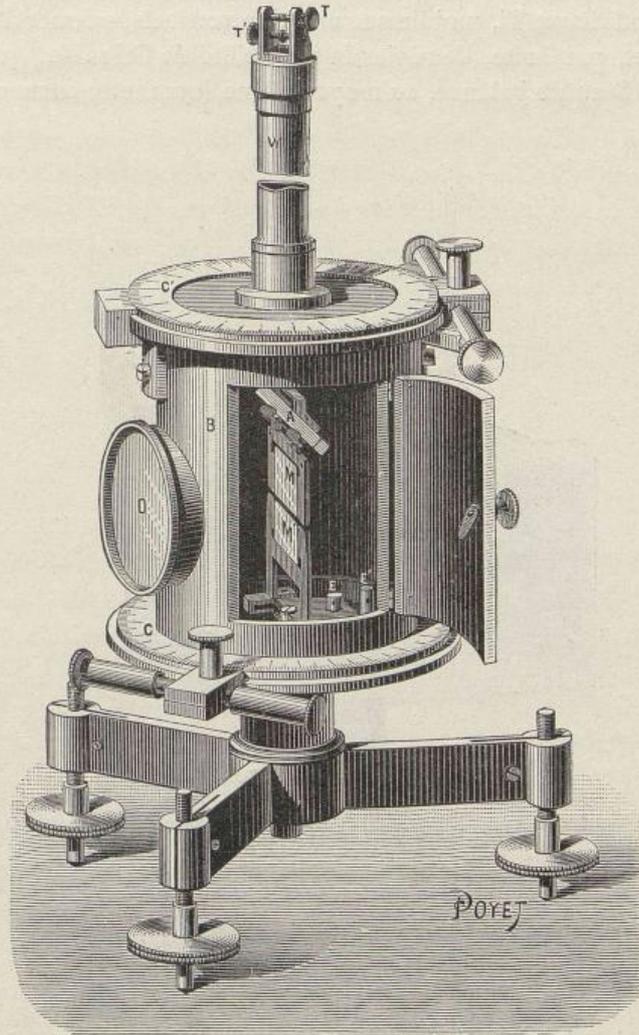


Échelle divisée. — L'échelle des lectures, dont l'image doit se projeter dans le champ de la lunette, est graduée sur une lame d'ivoire; elle est divisée en demi-millimètres; sa longueur totale est de 0^m,20. Elle est fixée en son milieu sur une règle métallique R fixée elle-même à une colonne C, placée au centre de l'appareil; cette colonne, entrant à frottement doux dans un tube métallique, qui fait corps avec le trépied à vis calantes, peut être élevée ou abaissée à volonté, et maintenue en position à l'aide d'une vis de serrage V. Deux autres vis V', placées vers chaque extrémité de la règle, permettent de régler la courbure qu'il convient de donner à l'échelle, pour qu'elle prenne la forme d'un arc de cercle de rayon égal à la distance qui la sépare des miroirs.



Échelle divisée.

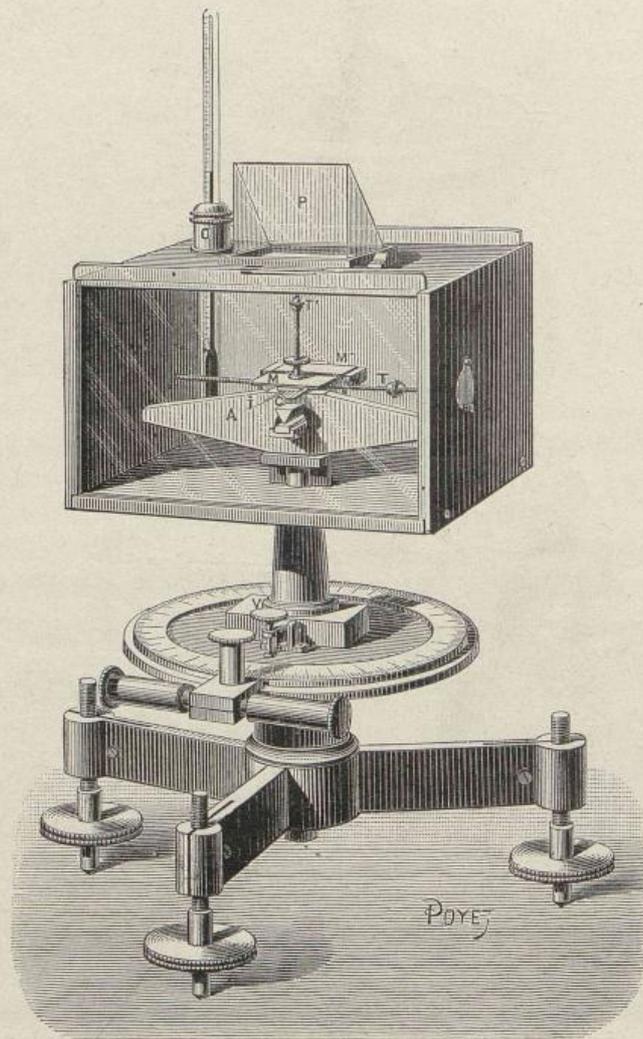
Bifilaire. — Le bifilaire est destiné à mesurer les variations de la composante horizontale de l'action de la terre. La forme extérieure de cet appareil est à peu près la même que celle du déclinomètre. Il est également muni d'un miroir mobile, et d'un miroir fixe dont on règle à volonté la position au moyen de deux vis E et E'. Une échelle divisée et une lunette



Bifilaire.

à réticule complètent cet instrument. La principale différence consiste dans le mode de suspension et la direction du barreau. L'étrier qui porte l'aimant est suspendu à un fil de soie double, dont les deux brins sont maintenus à $0^m,005$ environ l'un de l'autre, au moyen de deux encoches pratiquées à l'étrier. La vis T sert à régler la hauteur du fil ; la vis T', à pas opposés à partir de son milieu, sert à modifier à volonté l'écartement des fils de manière à régler la sensibilité de l'appareil. Enfin, à sa partie supérieure, la cage est terminée par un second cercle gradué C', muni, comme le cercle C, d'un vernier et d'une vis de réglage.

Balance. — La balance magnétique sert à observer les variations de la composante verticale. Cet appareil se compose d'une aiguille aimantée *A*, munie d'un couteau *C*, qui repose sur un plan d'agate. L'aiguille, librement suspendue par son centre de gravité dans le méridien magnétique, prendrait la direction de l'inclinaison, mais au moyen d'un poids, constitué par un écrou mobile sur une tige *T*, on oblige l'aimant à se tenir dans une position horizontale. Le réglage est obtenu à l'aide d'un index *I*, serré faiblement par une de ses extrémités, et que l'on peut diriger à la main vers l'un ou l'autre pôle de l'aimant, de façon à achever de l'équilibrer. Un second écrou *T'*, mobile sur une tige verticale, permet d'élever ou d'abaisser le centre de gravité, et, par suite, de régler la sensibilité de l'aiguille, qui peut être soulevée à volonté, comme un fléau de balance, au moyen d'une fourchette commandée par une vis *V*.



Balance magnétique.

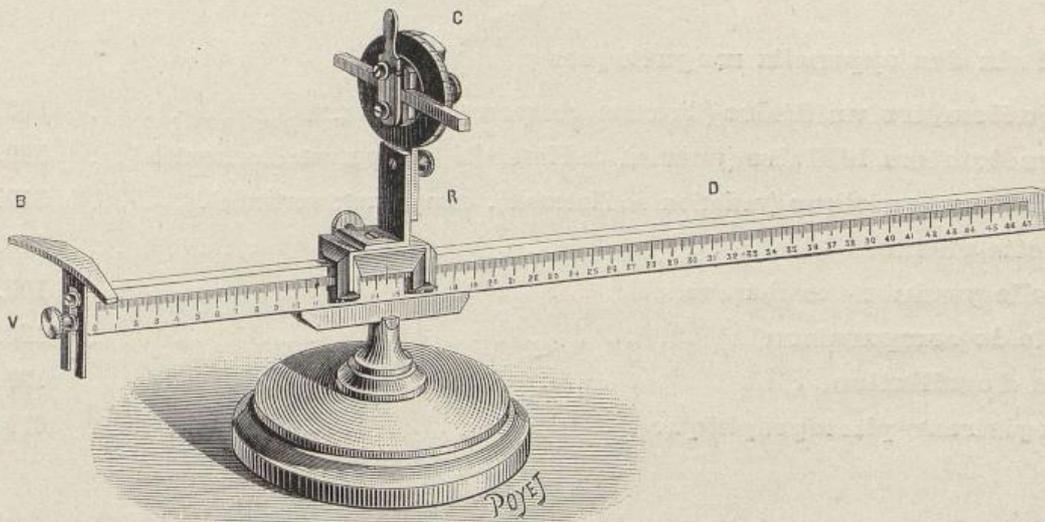
Comme les deux appareils précédents, la balance est munie de deux miroirs disposés horizontalement, l'un *M* mobile, l'autre *M'* fixe, d'une échelle divisée et d'une lunette. La position du

miroir fixe est commandée par trois vis qui le font basculer à volonté, dans une direction quelconque. Le barreau est renfermé dans une petite cage dont la paroi supérieure est percée, au-dessus des miroirs, d'une ouverture sur laquelle est monté un prisme rectangle-isocèle P, dont une des faces est un peu convexe, en sorte qu'il équivaut, en même temps, à une lentille convergente de 1^m environ de longueur focale. Une seconde ouverture O est destinée à recevoir un thermomètre.

Pour que les faces du prisme soient à l'abri de la poussière et de l'humidité, on peut recouvrir tout l'appareil d'un globe en verre, percé en avant du prisme d'une ouverture circulaire de 5 à 6 ^c/_m de diamètre, afin de permettre la lecture de l'échelle.

Le déclinomètre et le bifilaire peuvent être recouverts d'un globe semblable.

Règle de comparaison. — La règle de comparaison est destinée à graduer le bifilaire et la balance, c'est-à-dire à mesurer à quelle fraction des deux composantes correspond une division de chaque échelle. Cette règle D, divisée en millimètres, est montée sur un pied en cuivre; un chariot R, mobile sur la règle, porte un cercle vertical C perpendiculaire à la



Règle de comparaison.

direction de la règle et disposé pour recevoir un aimant déviant. Le cercle est mobile autour de son axe dans un plan vertical. L'une des extrémités de la règle se termine par un butoir B, qui peut s'élever ou s'abaisser à volonté et se fixer au moyen d'une vis V.

Ce butoir permet d'amener la règle de comparaison au contact du plateau divisé de chaque instrument, et de déterminer ainsi exactement la position du barreau déviant.

Le support mobile C est monté à coulisse sur le chariot R de telle façon que l'aimant déviant peut être placé à la hauteur des barreaux mobiles.

Enregistreur photographique pour appareils magnétiques.

Les appareils de M. Mascart se prêtent admirablement et sans modification aucune à l'enregistrement continu des variations des éléments magnétiques.

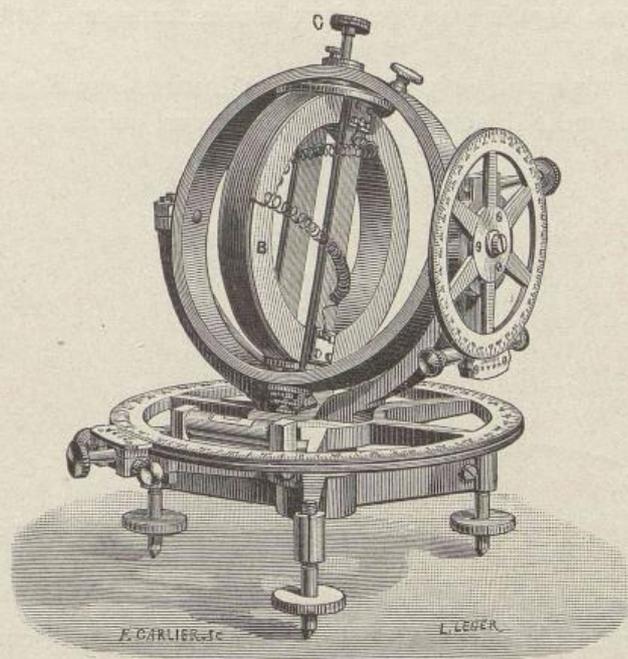
Cet enregistreur est contenu dans une caisse d'horloge divisée dans toute sa hauteur en deux parties séparées par une cloison en bois; au fond se trouve un mouvement d'horlogerie à pendule et à poids; la partie antérieure forme chambre noire et contient un châssis photographique. Ce châssis glisse dans un cadre à rainures qui peut, par l'intermédiaire d'une crémaillère et d'une roue à rochet commandée par l'horloge, descendre de toute sa hauteur pendant un intervalle de vingt-quatre heures. Une lampe alimentée au gazogène, et placée au centre d'une lanterne adossée à l'horloge, est munie, sur chacune de ses trois faces libres, de montures métalliques percées de fentes, à travers lesquelles des rayons lumineux sont dirigés sur chacun des appareils de variations. Ces rayons sont réfléchis par les miroirs, et, renvoyés dans la chambre noire, impressionnent le papier photographique.

Prix des appareils magnétiques :

Magnétomètre unifilaire (direction, composante horizontale).	500.	»
Magnétomètre bifilaire (variation de l'intensité, composante horizontale). . .	500.	»
Balance magnétique (variation de l'intensité, composante verticale).	500.	»
Lunette-viseur	300.	»
Échelle graduée à courbure variable.	100.	»
Règle de comparaison	125.	»
Cage d'oscillation	125.	»
Enregistreur photographique	670.	»



Inclinomètre de M. Mascart.



Cet appareil est destiné à déterminer l'inclinaison magnétique (1) par le courant induit dans un cadre que l'on fait tourner de 180 degrés autour de l'un de ses diamètres, à partir d'un plan vertical perpendiculaire au Méridien (Méthode de Weber).

L'appareil est portatif et construit sous la forme d'une boussole d'inclinaison.

Un cercle azimutal, divisé en demi-degrés, avec vernier donnant la minute, est monté par son centre sur un trépied à vis calantes. Sur ce cercle est fixé un bâti vertical qui sert de support à la partie mobile : un anneau mobile pivote autour d'un axe horizontal, et ses différentes inclinaisons sont lues sur un cercle divisé qu'il entraîne dans son mouvement.

Dans l'intérieur de cet anneau est montée la bobine induite qui peut tourner autour d'un axe perpendiculaire au premier; deux butoirs fixes limitent sa rotation à un angle de 180 degrés.

Cet instrument permet de déterminer l'inclinaison à moins d'une minute,

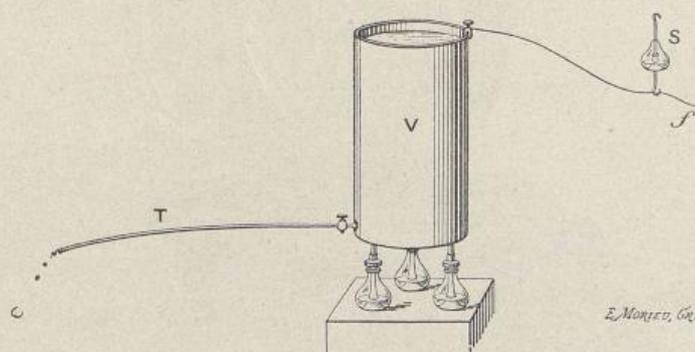
Prix : 600 francs

(1) MASCART, *Traité de magnétisme terrestre*, page 169, Gauthier-Villars, 1900.

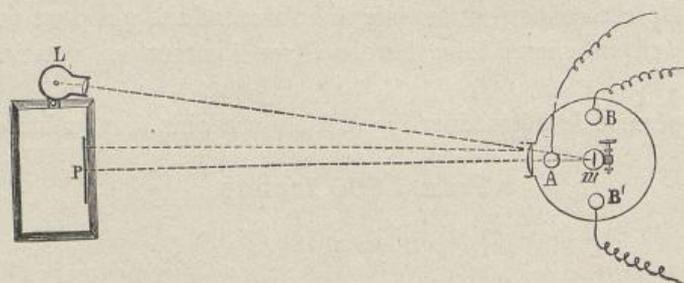
Installation pour l'étude de l'électricité atmosphérique.

L'électromètre Mascart est d'un emploi très commode pour l'étude de l'électricité atmosphérique. Il fonctionne depuis plus de vingt années, sans interruption, dans un grand nombre d'observatoires.

L'électromètre est mis au potentiel de l'air, par l'intermédiaire d'un réservoir en laiton V muni d'un tube d'écoulement T, de 1^m,50 à 2^m de longueur, qui laisse écouler un mince filet d'eau.

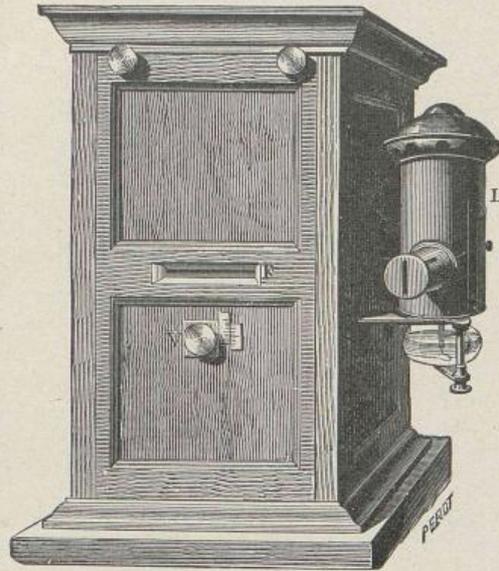


Le réservoir est relié à la borne A de l'électromètre par un fil conducteur *f*, et il est isolé, ainsi que le fil de communication, au moyen de flacons isoloirs à acide sulfurique. Ces flacons sont de deux sortes; les uns, destinés à supporter le réservoir, se composent d'une sorte de carafe dont le fond se prolonge à l'intérieur par une tige qui vient ressortir à travers le goulot; le fond du vase contient de l'acide sulfurique concentré; un coulant, muni d'un chapeau, qui glisse le long de la tige, permet de fermer presque entièrement l'ouverture du flacon, mais sans toucher les bords. Les seconds sont formés d'une ampoule dont le fond se relève en un tube ouvert à l'intérieur, et livre passage à une tige de verre portant deux crochets à ses deux extrémités; cette tige ferme, à sa partie supérieure, l'ampoule qui contient de l'acide sulfurique concentré.



La pile de charge des quadrants se compose de 50 couples zinc cuivre plongés dans des godets de porcelaine remplis d'eau.

Les variations continues de l'électromètre sont enregistrées photographiquement.



L'enregistreur comprend une horloge à pendule et à poids, une lanterne et un châssis photographique qui peut, par l'intermédiaire d'une crémaillère et d'une roue à rochet, descendre de toute sa hauteur en vingt-quatre heures.

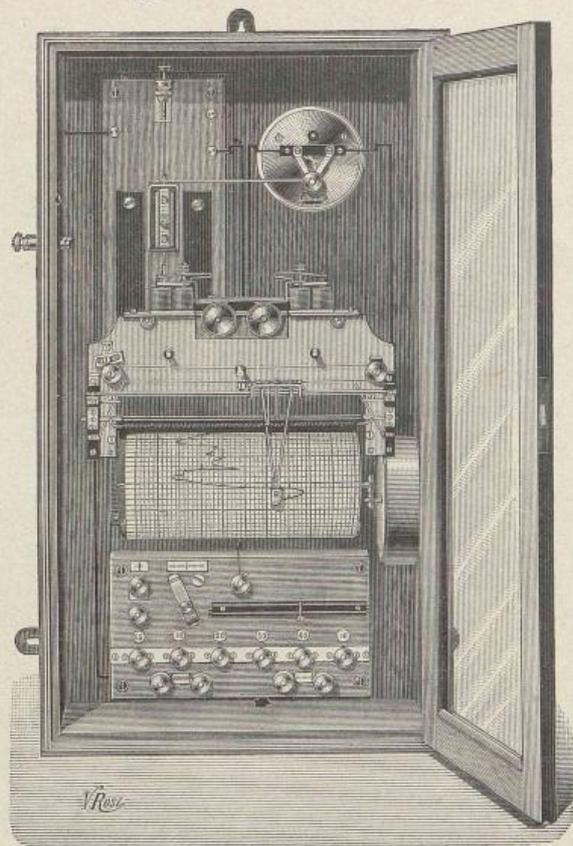
La lanterne L porte une fente verticale par laquelle elle envoie un filet lumineux sur le miroir *m* de l'électromètre; la lumière est produite par une petite lampe au gazogène qui peut éclairer d'une manière continue pendant plus de vingt-quatre heures.

Le châssis est formé de deux cadres à lames de verre, s'ouvrant à charnière, et entre lesquels on place la feuille de papier photographique. L'une des lames de verre est transparente, l'autre est noircie; la lame transparente porte vingt-quatre traits noirs horizontaux qui se présentent devant la fente aux différentes heures et interrompent la lumière pendant un temps très court. La lame de verre noir porte en blanc des numéros qui correspondent aux différentes heures.

Prix des appareils :

Électromètre Mascart	225.	»
Réservoir	80.	»
Isoloir support de réservoir.	15.	»
Isoloir pour suspension de fil de communication	5.	»
Pile à eau de 50 éléments.	40.	»
Enregistreur avec pendule, lanterne et châssis	580.	»

Enregistreur Callendar.



L'enregistreur électrique du professeur Callendar permet d'enregistrer, graphiquement, les variations des diverses quantités physiques, dont la mesure peut être ramenée à la détermination d'une résistance électrique. Il sert, notamment, à déterminer les températures élevées, en mesurant les variations de la résistance d'un thermomètre à fil de platine; il est employé également à l'enregistrement des variations de voltage, en mesurant les variations de résistance d'un fil métallique parcouru par le courant.

L'appareil se compose essentiellement d'un pont de Wheatstone, d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval, d'un cylindre enregistreur, et de trois mouvements d'horlogerie. Le curseur à contact du pont de Wheatstone se déplace automatiquement, parallèlement au fil du pont, et ses déplacements, dans un sens ou dans l'autre, sont provoqués par les déviations du galvanomètre. Lorsque l'équilibre est établi, le cadre du galvanomètre ayant repris sa position normale, le curseur reste immobile; une plume à encre, montée sur le chariot du curseur, trace sur le cylindre enregistreur la position d'équilibre.

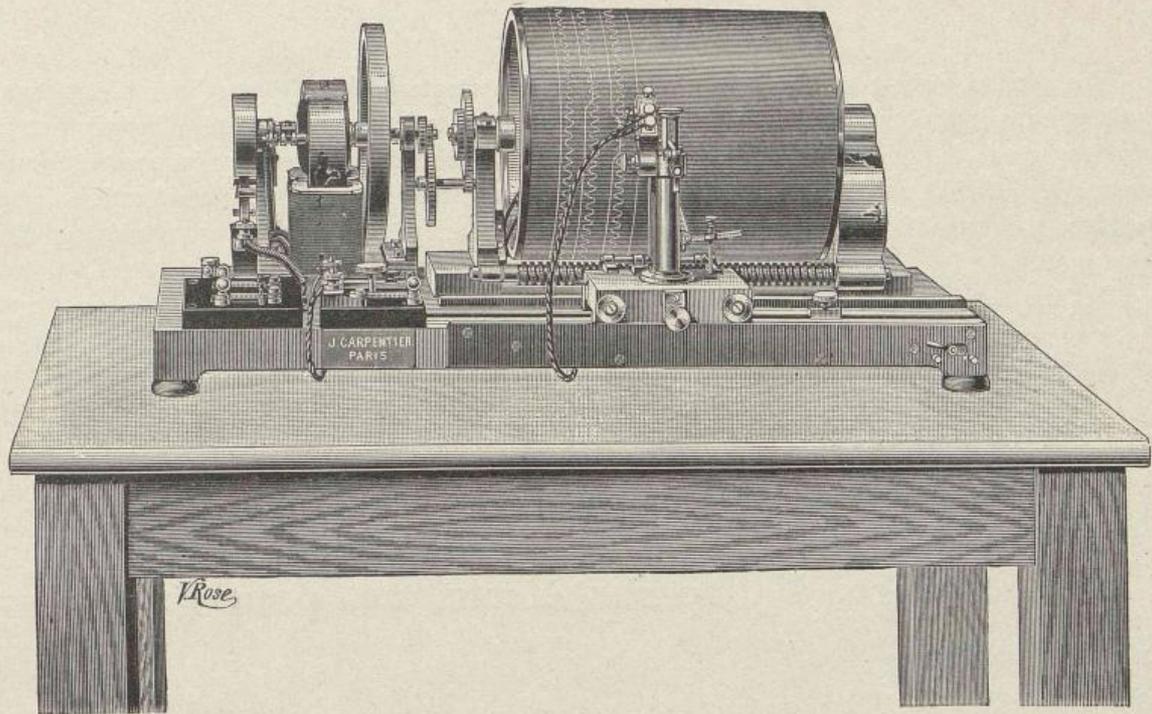
Pour obtenir ce résultat, le galvanomètre est disposé en relais; son cadre mobile porte une longue aiguille parcourue par un courant local, qui vient actionner, suivant le sens des déviations du galvanomètre, l'un quelconque des deux petits électro-aimants commandant la manœuvre du curseur du pont. Chaque électro-aimant, pendant le temps de son action, libère un rouage auquel est attelé le chariot portant la plume enregistreur.

Pour éviter les collages et les altérations des surfaces de contact, l'extrémité de l'aiguille du galvanomètre vient fermer les circuits du relais, sur des pièces mobiles entraînées par un mouvement d'horlogerie et nettoyées constamment par un petit ressort frotteur.

Le troisième rouage d'horlogerie sert à l'entraînement du cylindre enregistreur; il est réglé pour obtenir un tour complet en vingt-quatre heures.

Prix : 1000 francs

Grand Chronographe à diapason.



Ce Chronographe se compose d'un cylindre enregistreur ayant 20 c/m de diamètre et 25 c/m de longueur. Il est actionné par un moteur électrique à vitesse constante; la vitesse du moteur étant réglée à 16 tours par seconde, on peut, au moyen d'un jeu d'engrenages intermédiaires, obtenir, à la circonférence du cylindre tournant, des vitesses de $0^{\text{m}},50$, 1^{m} , $2^{\text{m}},50$ et 5^{m} par seconde.

Les tracés des phénomènes à étudier sont enregistrés, sur le cylindre, par un enregistreur électrique dont l'armature porte une plume en acier. L'enregistreur, monté sur un chariot actionné par une vis longitudinale, solidaire du mouvement du cylindre, prend un mouvement de translation parallèle aux génératrices du cylindre.

La mise en marche et l'arrêt peuvent se faire automatiquement.

La mesure du temps est vérifiée au moyen d'un diapason taré, monté sur le même chariot que l'enregistreur; ce diapason, réglé à 1000 vibrations par seconde, trace sa sinusoïde dans le voisinage des signaux de l'enregistreur.

Cet appareil porte un dispositif permettant de mesurer le retard de fonctionnement de l'enregistreur.

Un micromètre pour l'observation des tracés obtenus avec le chronographe permet d'apprécier le $\frac{1}{100}$ de millimètre.

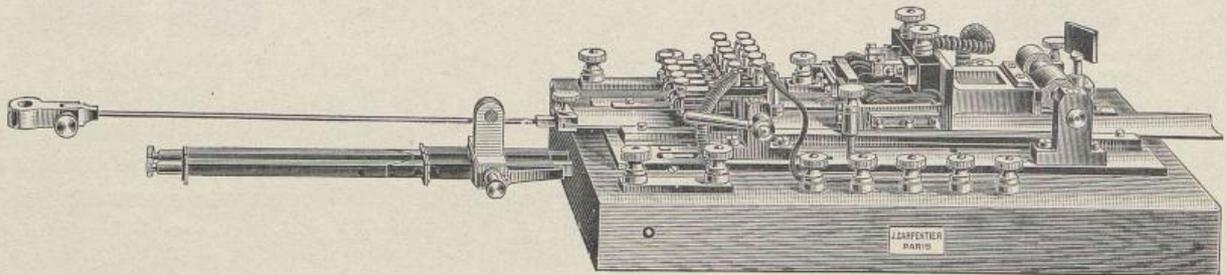
Prix : 3500 francs

Appareils balistiques du général Sebert.

Le général Sebert a fait de nombreuses et importantes études⁽¹⁾ sur les phénomènes qu'engendre le fonctionnement des bouches à feu. Ses travaux l'ont amené à imaginer et à réaliser une série nombreuse d'appareils spéciaux, dont chacun est destiné à la mesure rigoureuse d'un élément particulier. Il est arrivé ainsi à approfondir les lois de la combustion de la poudre, et à introduire la notion du temps dans les phénomènes presque instantanés qu'elle provoque.

La liste qui suit comprend quelques-uns des principaux appareils du général Sebert.

Vélocimètre, à diapason électrique, pour canon.



Cet appareil est destiné à l'étude du recul des canons et des affûts de campagne.

La mesure du temps est donnée par un diapason entretenu électriquement, réglé à 1000 vibrations simples par seconde. Trois enregistreurs électriques, mis en relation avec des interrupteurs de courant, sont disposés de façon à donner des signaux en rapport soit avec le mouvement du canon dans son recul, soit avec le mouvement du projectile dans l'âme ou dans l'air. Les signaux sont tracés sur un ruban d'acier enduit de noir de fumée. L'appareil porte un dispositif spécial pour la mesure du retard de fonctionnement des enregistreurs.

Prix : 1200 francs

(1) Notice sur de nouveaux appareils balistiques, par H. Sebert. — Baudoin et C^o.

Vélocimètre, à diapason mécanique, pour canon.

Dans ce modèle, le diapason est mis en vibration mécaniquement par l'action d'un percuteur, monté sur un bras tournant, qui vient arracher un coin métallique, engagé à l'avance entre les extrémités des branches vibrantes.

Le mouvement de ce percuteur peut être utilisé pour provoquer la mise de feu du canon.

Le diapason taré donne 3500 vibrations simples par seconde. Trois enregistreurs électriques tracent leurs signaux sur un ruban d'acier enduit de noir de fumée.

Le vélocimètre à diapason mécanique est plus spécialement destiné à enregistrer le recul des affûts, dans lesquels le retour en batterie s'effectue automatiquement; il est muni d'un dispositif permettant d'inscrire, sur le même ruban, et parallèlement au tracé de la loi du recul, la loi du retour en batterie.

Prix : 1500 francs

Déclencheur électrique n° 1.

Cet appareil permet de mettre en marche à distance le vélocimètre à diapason mécanique. Un piston à ressort, préalablement armé, est déclenché par le jeu d'un électro-aimant et arrache la goupille de retenue du percuteur du vélocimètre.

Prix : 400 francs

Déclencheur électrique n° 2.

Cet appareil, analogue au précédent, est approprié aux canons qui ne sont pas pourvus d'une mise de feu électrique. Il est mis en fonctionnement par un courant qui lui est envoyé par le vélocimètre et agit par traction sur l'organe mécanique de mise de feu.

Prix : 400 francs

Vélocimètre, à diapason mécanique, pour l'étude du développement des pressions dans l'âme des fusils.

Cet appareil est monté sur un socle en bois. Il est muni d'un diapason, donnant 10 000 vibrations simples par seconde, et d'un enregistreur. Le percuteur est analogue à celui employé pour le vélocimètre à diapason mécanique pour canon.

Le canon du fusil à expérimenter est fixé dans des colliers supports, établis spécialement pour chaque modèle.

Prix : 1500 francs

Vélocimètre, à diapason mécanique et à lancé initial, pour l'étude du développement des pressions dans l'âme des fusils.

Cet appareil est monté sur un socle en fonte. Le lancé initial du fusil est déterminé par deux ressorts préalablement armés. Un diapason, donnant 12 000 vibrations simples par seconde, est mis en mouvement par le lancé du canon. Un enregistreur inscrit son tracé sur un ruban d'acier enduit de noir de fumée. Le canon est muni, à son extrémité, d'un enregistreur mécanique du moment de la sortie du projectile. La mise de feu est produite électriquement.

Prix : 1800 francs

Socle en fonte pour vélocimètre.

Ce socle en fonte est destiné à recevoir l'un quelconque des deux modèles de vélocimètre-fusil. Il a 0^m,95 de hauteur et porte les organes de pointage en hauteur et en direction.

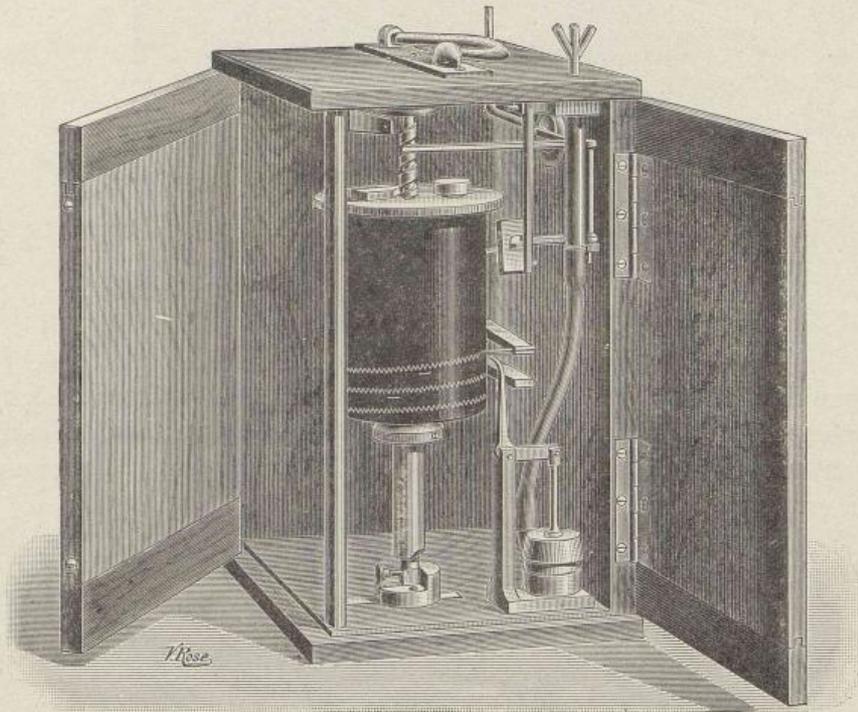
Prix : 600 francs

Appareil de réglage des enregistreurs de vélocimètre.

Cet appareil permet de déterminer à l'avance le retard de fonctionnement des enregistreurs. Il porte un diapason taré donnant 2000 vibrations simples par seconde.

Prix : 500 francs

Enregistreur de la vitesse des trains. Système Sabouret.



Cet appareil est destiné à relever la vitesse d'un train, à son passage en un point de la ligne.

Il se compose d'un petit cylindre enregistreur sur lequel sont tracés simultanément :

1^o Des signaux proportionnels aux temps, produits par la plume d'un diapason taré ;

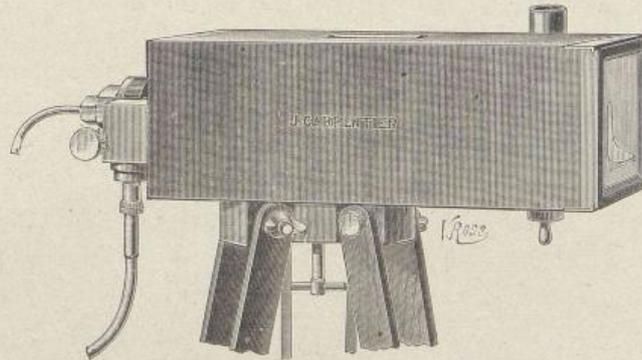
2^o Des signaux proportionnels aux espaces parcourus, produits par un style traceur manœuvré, à distance, par une série de quatre pédales placées le long du rail, à des distances connues, et abaissées par le passage de la première roue du train.

L'appareil est assez petit pour pouvoir être dissimulé dans le ballast ; il est contenu, avec tous ses accessoires, dans une caisse de transport qui a comme dimensions 0^m,25×0^m,21×0^m,20 et pèse 4^{kg}s,200. Dix minutes suffisent pour le mettre en expérience.

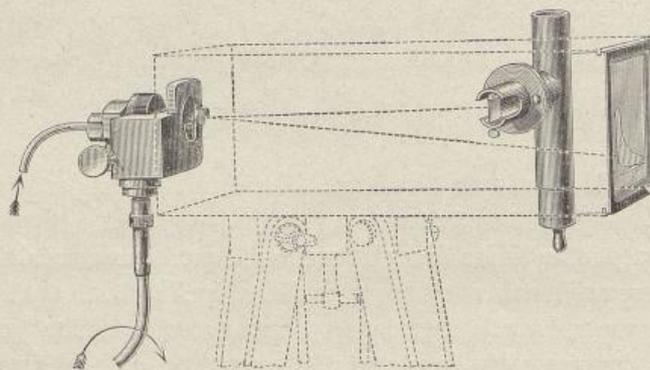
Le cylindre enregistreur se fait de deux dimensions, pour recevoir soit un, soit trois tracés

Enregistreur Sabouret (pour 1 tracé)	150 . »
— — — (pour 3 tracés)	175 . »

Manographe Hospitalier et Carpentier.



Le manographe est un indicateur optique des pressions développées dans le cylindre des moteurs, et principalement des moteurs à explosion. Il trouve son emploi dans l'étude des moteurs à grande vitesse angulaire, étude pour laquelle les indicateurs de pression ordinaires, à style traceur, sont inutilisables.



Le manographe est installé dans le voisinage du moteur; la pression lui est transmise par un tube en cuivre de faible section et vient s'exercer sur une membrane métallique tarée de 30 $\frac{m}{m}$ de diamètre; sous l'influence des variations de pression, cette membrane fléchit, et ses déplacements sont accusés par un miroir qui projette, sur une glace dépolie, l'image d'un point lumineux: les images successives engendrent une ligne droite.

Le miroir peut également projeter sur l'écran, suivant une ligne perpendiculaire à la première, des points lumineux dont les positions sont proportionnelles aux courses du piston dans le cylindre. A cet effet, il est relié à l'arbre du moteur par un flexible qui actionne un répéteur constitué par un système de manivelle et bielle de très petites dimensions; le miroir prend ainsi un mouvement alternatif de va-et-vient synchrone avec celui du piston.

La combinaison de ces deux mouvements perpendiculaires a pour résultat de donner au miroir différentes orientations dans l'espace, qui dépendent, à chaque instant, de la pression dans le cylindre et de la course du piston; le rayon réfléchi par le miroir décrit une surface conique et le point lumineux trace sur la glace dépolie la courbe représentant la loi des pressions en fonction du chemin parcouru par le piston.

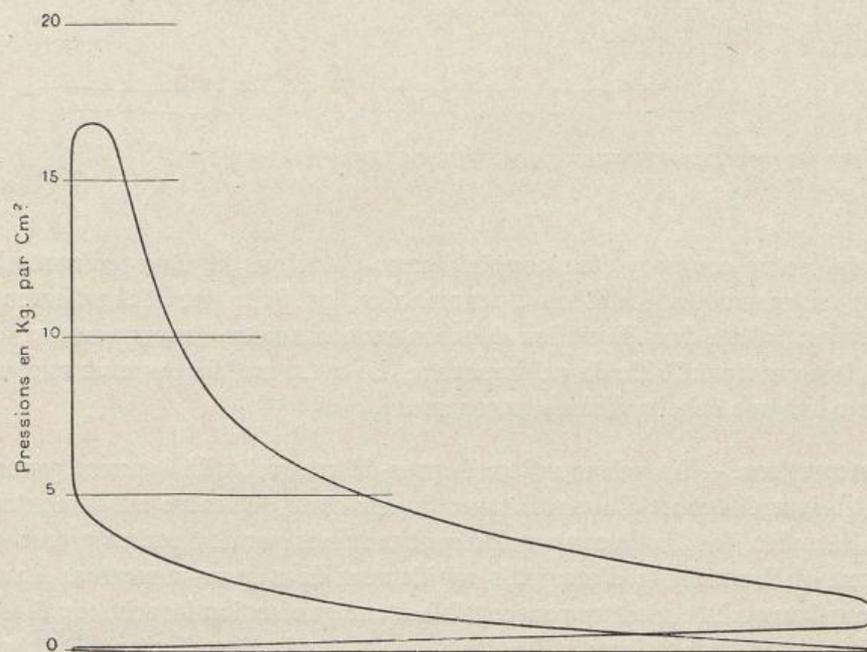


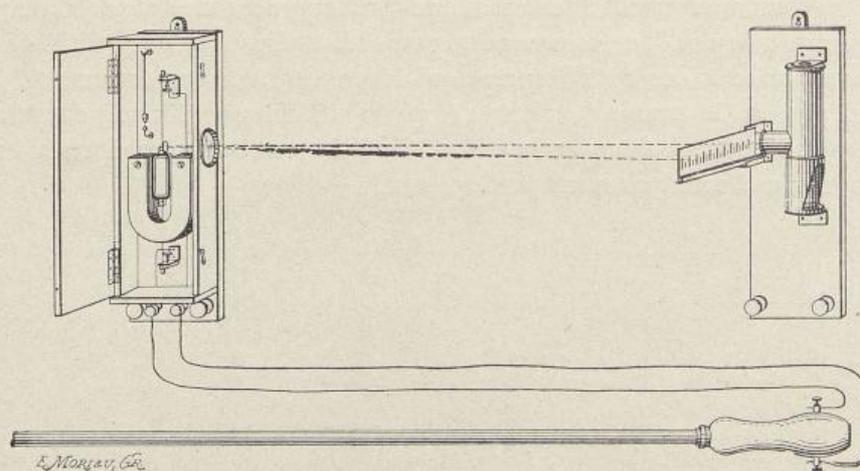
Diagramme (vraie grandeur) obtenu, à l'aide du manographe, sur un moteur fonctionnant à l'essence de pétrole.

Pour mettre en coïncidence de phases les deux mouvements perpendiculaires du miroir, un organe de réglage, mû par un bouton, permet de déplacer l'origine du mouvement alternatif correspondant aux courses du piston. Ce réglage peut être effectué pendant la marche, d'après l'observation même de la courbe obtenue.

Un châssis photographique format 9×12 peut être disposé dans l'appareil à la place de la glace dépolie, et permet d'obtenir photographiquement le tracé du diagramme obtenu.

Prix : 350 francs

Pyromètre thermo-électrique Le Chatelier ⁽¹⁾.



Ce pyromètre se compose d'un couple thermo-électrique et d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval à cadre mobile. La force électromotrice, produite par l'échauffement du couple thermo-électrique, placé dans le milieu dont on veut connaître la température, engendre un courant que l'on mesure à l'aide du galvanomètre. Le cadre mobile porte un miroir; ses déviations sont lues sur une échelle divisée transparente.

Galvanomètre. — Le galvanomètre Deprez-d'Arsonval utilisé comme pyromètre, porte un cadre en fil de maillechort d'une résistance de 200 ohms; ce cadre est démontable pour le transport. A cet effet, les fils de suspension sont terminés par des petites pièces cylindriques en maillechort, qu'il est facile d'assujettir rapidement dans leurs montures. En raison de ce dispositif, ce galvanomètre n'est pas susceptible d'une graduation invariable; il est nécessaire de déterminer sa constante de sensibilité à chaque nouvelle installation. Cette opération ne présente aucune difficulté, les indications de ces appareils étant proportionnelles, il suffit de déterminer la déviation correspondant à une force électromotrice connue. Cette force électromotrice peut être obtenue à l'aide du couple thermo-électrique. En chauffant ce couple, et en l'amenant à la température de fusion de l'or, par exemple, on lira sur l'échelle le nombre de divisions correspondant à 1065 degrés: la courbe de graduation du couple donnera la force électromotrice correspondante.

Circuit. — Le galvanomètre peut être installé à une distance assez grande de l'enceinte dont on veut connaître la température; il est nécessaire, dans ce cas, de relier la canne au galvanomètre par des conducteurs n'introduisant, dans le circuit, qu'une résistance négligeable; le cadre du galvanomètre ayant 200 ohms de résistance, il est convenable que la résistance totale ne dépasse pas 2 ohms. Les câbles mentionnés dans le tableau de la page 124 permettent d'installer le galvanomètre à des distances de 150 et même 200 mètres des fours, sans inconvénient.

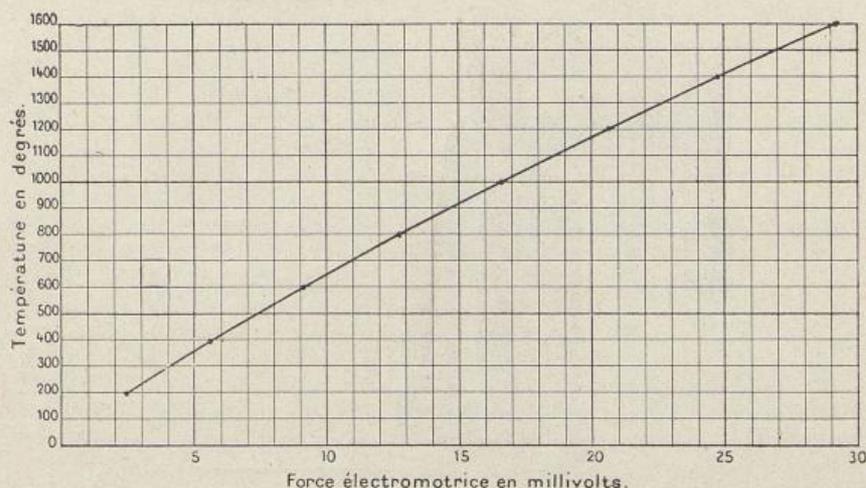
(1) *Mesure des températures élevées*, par H. Le Chatelier et O. Boudouard. — Georges Carré et C. Naud, éditeurs, 1900.

Couple thermo-électrique Le Chatelier. — Le couple est constitué par un fil de platine pur et un fil de platine rhodié; les deux fils sont introduits dans des cylindres en terre réfractaire percés de deux trous: l'ensemble est logé dans un tube en fer muni à l'une de ses extrémités d'une poignée, sur laquelle sont vissées les prises de courant.

Les couples sont étudiés et étalonnés avec soin. Les forces électromotrices correspondant aux différentes températures sont déterminées expérimentalement pour chaque échantillon; les valeurs trouvées sont données par une courbe sous la forme suivante :

Étalonnage du couple V. K.

10 janvier 1900.



Le couple platine-platine rhodié peut être remplacé, dans la plupart des cas, par un couple platine-platine iridié dont le prix est moins élevé.

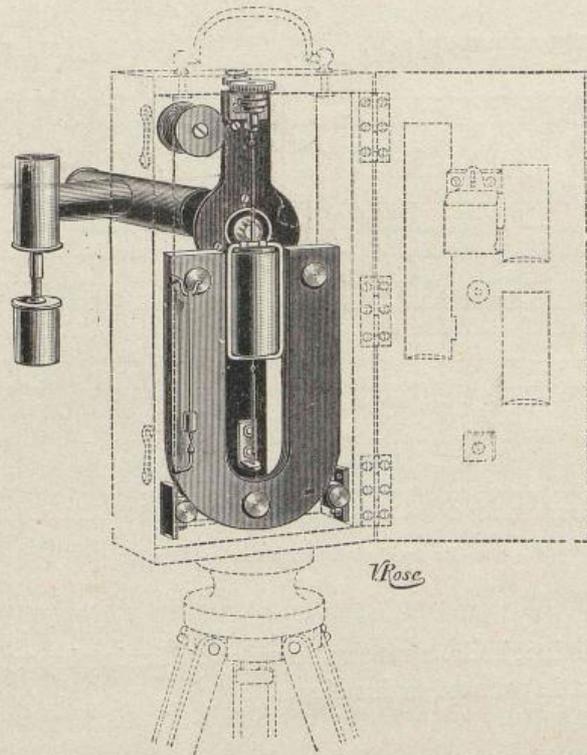
Emplois du pyromètre. — Le pyromètre Le Chatelier est employé aujourd'hui dans les principales applications de l'industrie métallurgique. Il sert notamment à la mesure des températures des fours de production de l'acier, des fours à tremper, des fours à recuire, des gazogènes; il est souvent installé, à poste fixe, pour surveiller la température des gaz dans les carneaux. Les verreries, les fabriques de porcelaine l'utilisent d'une façon continue dans leurs différents services.

Dans toutes ces applications, le pyromètre Le Chatelier permet un contrôle simple et facile de la fabrication; il peut être mis entre les mains d'un contremaître ou d'un surveillant, et rend les plus grands services à l'industrie.

Prix : 250 francs

Pyromètre Le Chatelier.

Modèle à microscope.



Cet appareil, semblable à celui décrit page 59, est monté sur un pied support à trois branches, et facilement transportable. Le cadre mobile est enroulé de fil de maillechort; les variations de sa résistance avec la température sont négligeables. Les fils de suspension sont remplacés par des ressorts à boudin très légers. Le système de relevage, immobilisant le cadre pendant le transport, permet d'éviter toute détérioration.

Dans ces conditions, ce galvanomètre n'a pas besoin, comme le précédent, d'être regradué à chaque nouvelle installation; on peut se contenter de déterminer sa constante de sensibilité à des intervalles plus ou moins rapprochés, suivant la précision des mesures à effectuer.

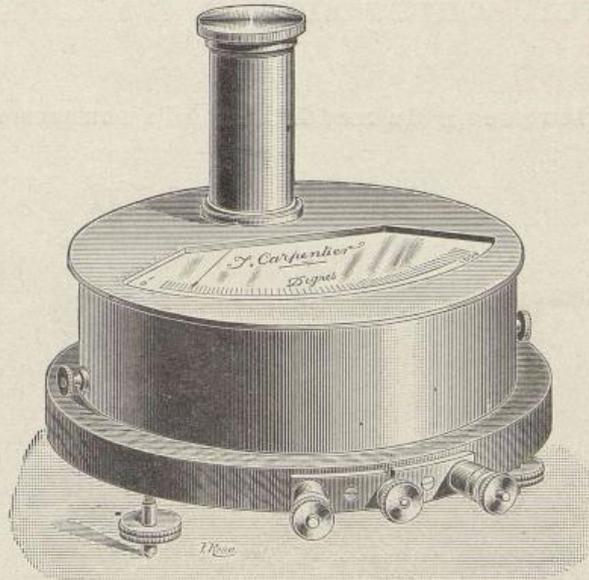
L'échelle micrométrique est divisée en 120 parties. La déviation totale correspond à une différence de potentiel d'environ 15 millivolts, c'est-à-dire à la différence de potentiel obtenue par un couple chauffé à environ 900 degrés.

Pour la mesure des températures plus élevées, le galvanomètre contient une résistance additionnelle qui double la résistance du circuit du cadre, et réduit par conséquent de moitié sa sensibilité.

Prix : 315 francs

Pyromètre Le Chatelier.

Modèle à lecture directe.



Dans ce modèle, les déviations du cadre sont indiquées par le déplacement d'une aiguille sur un cadran divisé. Le cadran est gradué de 0 à 30 millivolts; une seconde graduation donnant directement la température est tracée en regard de la première; cette graduation est faite, entre 0 et 1600 degrés, par 10 degrés, elle correspond à l'un ou à l'autre des couples thermo-électriques types, platine-platine iridié, platine-platine rhodié.

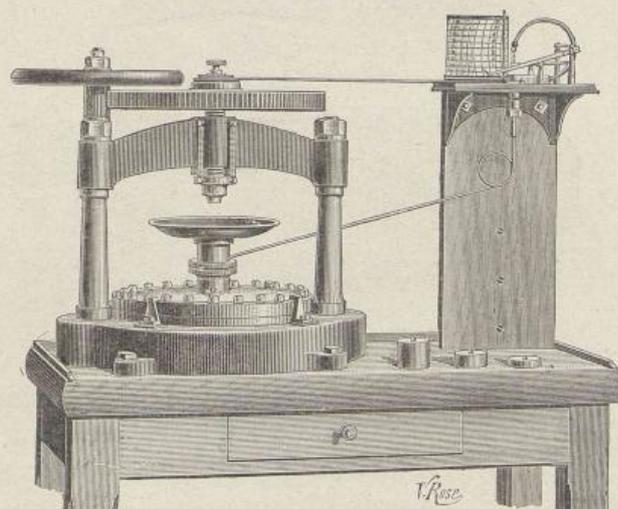
Ces pyromètres peuvent être réglés pour d'autres intervalles de température, sur demande.

Prix des Pyromètres thermo-électriques et accessoires.

1° Pyromètre à échelle divisée transparente	250.	»
2° Pyromètre à microscope	315.	»
3° Pyromètre à lecture directe	250.	»
4° Couple thermo-électrique		
Platine pur-Platine rhodié le mètre	50.	»
Platine pur-Platine iridié. le mètre	42.	»
Le prix du couple est variable suivant le cours du platine.		
5° Canne en fer avec poignée, longueur 1 ^m ,25	30.	»
— — — longueur 2 ^m ,50	40.	»
— — — longueur 5 ^m	50.	»
Ces cannes peuvent contenir dans la poignée un approvisionnement de couple; la canne de 1 ^m ,25 peut être garnie de 2 ^m de couple; celle de 2 ^m ,50 de 3 ^m ,50, et celle de 5 ^m de 6 ^m .		
6° Four à gaz Leclerc et Forquignon.	60.	»
Pour la vérification des graduations, comprenant : 1 four, 1 chalumeau, 1 support en platine, et 5 creusets en biscuit avec couvercle.		
7° Fil d'or pur pour les étalonnages le gramme	5.	»
8° Câble souple à deux conducteurs		
Pour établir la communication entre le couple et le galvanomètre. . . le mètre	»	.75
9° Câble à 1 conducteur pour installation fixe. le mètre	»	.50

Appareil enregistreur Le Chatelier

pour les essais de matériaux à la compression.



Cet appareil se compose d'une presse à vis mue par un volant; la pression totale exercée peut atteindre 4000 kilogs.

La pression est transmise à un manomètre enregistreur par l'intermédiaire d'un récepteur hydraulique Thomasset. La surface du plateau mobile est de 500 cm^2 . Sous l'effort maximum, la pression exercée sur le liquide est donc de 8 kilogs par centimètre carré; le manomètre enregistreur est gradué de 0 à 8 kilogs.

La rotation du cylindre enregistreur est solidaire du mouvement de descente de la vis de pression.

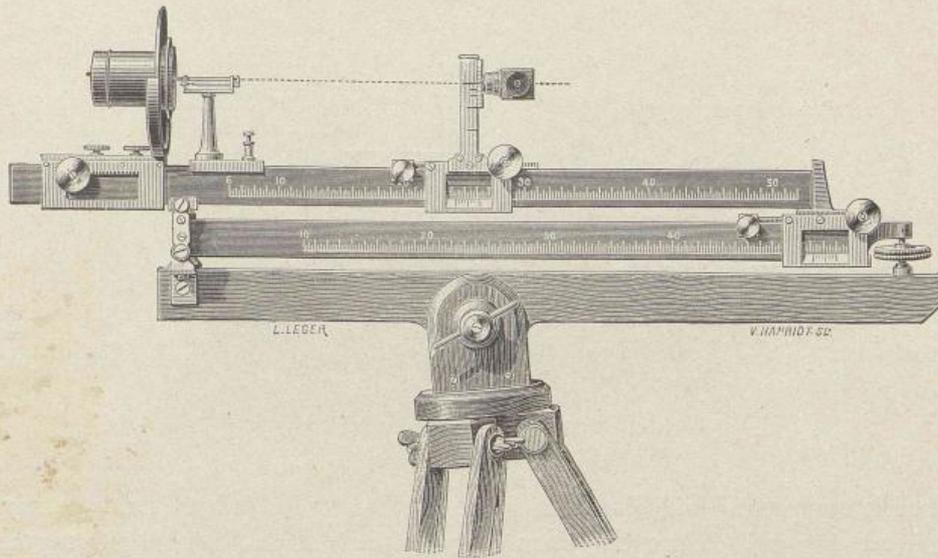
A cet effet, un fil de laiton est fixé, par un de ses bouts, dans la gorge d'une poulie montée sur l'extrémité de la vis, et par l'autre, à la circonférence du cylindre: un ressort antagoniste placé dans le cylindre assure une tension constante de ce fil.

L'échantillon à essayer est placé sur une rondelle en acier, entourée d'une coupelle en laiton.

L'appareil est monté sur une table en chêne.

Prix : 900 francs

Focomètre J. Carpentier.



Cet appareil est destiné à la mesure de la distance focale des objectifs photographiques. Il est constitué, en principe, par deux règles en métal dont l'une, la règle supérieure, peut prendre diverses inclinaisons, en pivotant autour d'un axe horizontal porté par la seconde, la règle base; elle est maintenue, dans chacune de ses positions, par un coin en acier monté sur un curseur qui coulisse sur la règle base.

La règle mobile porte, à son extrémité antérieure, un support pouvant recevoir un objectif quelconque; sur cette même règle glisse, derrière l'objectif, un coulisseau portant une petite glace dépolie verticale sur laquelle sont tracés deux traits horizontaux, l'un à la hauteur du centre de l'objectif, l'autre en dessous, à une distance rigoureusement déterminée et connue; la visée se fait au moyen d'un oculaire coudé.

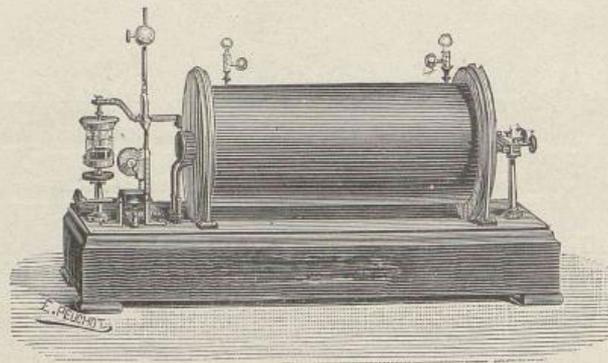
Un petit comparateur à aiguille permet de régler la position de l'objectif, de façon que le centre de sa face arrière corresponde exactement au zéro de la division de la règle.

Pour faire une mesure de distance focale, les deux règles étant parallèles, on braque l'objectif sur un point à l'infini, en réglant l'inclinaison de tout l'ensemble, de façon que l'image du point se forme sur le trait supérieur de la glace dépolie; on donne alors à la règle mobile une inclinaison telle que l'image du point visé vienne coïncider avec le trait inférieur de la glace. Dans ces conditions, la distance focale cherchée se lit directement, sur la règle divisée de la règle base, d'après la position du curseur.

Prix : 600 francs

Bobines d'induction.

Bobines d'induction de Ruhmkorff (Série A).

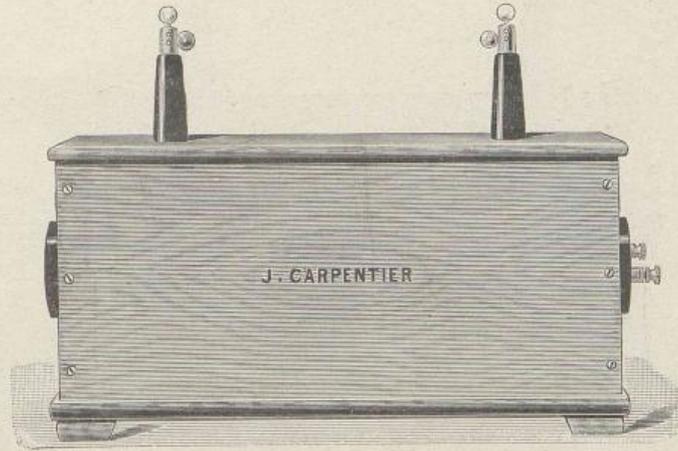


Cette série comprend les différents modèles établis par Ruhmkorff; la seule modification apportée à ces appareils a consisté dans le remplacement de l'ancien interrupteur à lame vibrante, par un interrupteur Deprez. La bobine, terminée par deux joues en glace, est montée sur un socle en acajou dans lequel est enfermé le condensateur.

Bobines d'induction, série A

N°	INTERRUPTEUR TYPE	LONGUEUR DE L'ÉTINCELLE	PRIX	OBSERVATIONS
1	Deprez.	30 m/m	150.	» Les joues sont en ébonite.
2	Deprez.	80	300.	
3	Deprez.	150	420.	
4	Deprez.	150	470.	» Les deux interrupteurs sont montés sur le socle.
	Foucault.	200		
5	Deprez.	200	550.	» Les deux interrupteurs sont montés sur le même socle.
6	Deprez.	200	600.	
	Foucault.	250		
7	Foucault.	300	680.	» L'interrupteur Foucault est indépendant. Prix : 450 francs. N'est pas compris dans les prix ci-contre.
8	Foucault.	350	895.	
9	Foucault.	400	1135.	
10	Foucault.	450	1405.	
11	Foucault.	500	1700.	

Bobines d'induction de Ruhmkorff (Série B).



Les nouvelles applications de la bobine de Ruhmkorff suscitées, ces dernières années, notamment par la Radiographie et la Télégraphie sans fil, ont nécessité la création de nouveaux modèles répondant aux nouveaux besoins des laboratoires.

Les bobines de la série B ne comprennent ni condensateur ni trembleur; le circuit primaire est amovible; le circuit secondaire est contenu dans une boîte en bois et noyé complètement dans son isolant. Ce dispositif permet d'obtenir un grand isolement.

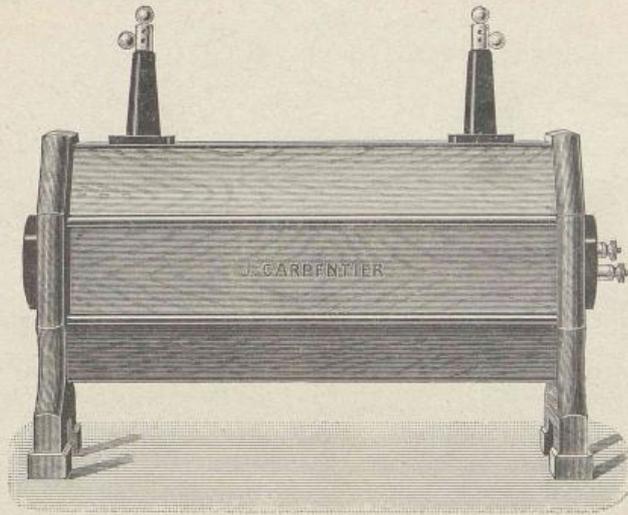
Ces bobines peuvent être utilisées avec un interrupteur quelconque. La longueur d'étincelle indiquée est celle que l'on peut obtenir avec un interrupteur à mercure et un condensateur de capacité convenable, sans employer une intensité dangereuse.

Les bornes du circuit secondaire sont toujours placées à une distance supérieure, de 4 à 6 centimètres, à la longueur de l'étincelle indiquée; celle-ci peut être dépassée.

Bobines d'induction, série B

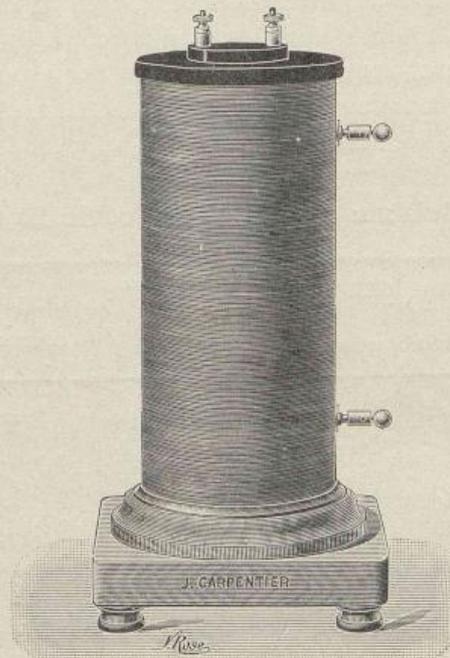
N°	LONGUEUR de L'ÉTINCELLE	NOMBRE DE TOURS		RÉSISTANCE du SECONDAIRE	SELF-INDUCTION du PRIMAIRE	INDUCTION MUTUELLE	INTENSITÉ maximum du COURANT PRIMAIRE	PRIX
		PRIMAIRE	SECONDAIRE					
1	15 ^c / _m	194	21 000	4 000 ohms	0,0075 henry	0,8 henry	15 ampères	250. »
2	20	210	33 000	8 500 —	0,011 —	1,7 —	15 —	300. »
3	25	270	44 000	12 000 —	0,015 —	2,5 —	15 —	400. »
4	30	300	55 000	13 000 —	0,020 —	3,6 —	15 —	550. »
5	35	340	46 000	16 000 —	0,025 —	3,4 —	15 —	725. »
6	40	400	60 000	20 000 —	0,030 —	4,5 —	15 —	925. »
7	45	380	75 000	22 000 —	0,035 —	6,9 —	15 —	1150. »
8	50	400	72 000	34 000 —	0,056 —	10. —	15 —	1400. »
9	55	500	72 000	34 000 —	0,070 —	10. —	15 —	1700. »
10	60	500	72 000	40 000 —	0,100 —	14,4 —	15 —	2000. »

Bobines d'induction de Ruhmkorff (Série C).



Les bobines d'induction de la série C ne diffèrent des précédentes que par la forme de leur enveloppe; la caisse en bois, rectangulaire, est remplacée par un caisson octogonal. Les constantes et les prix de ces appareils sont les mêmes que ceux de la série B.

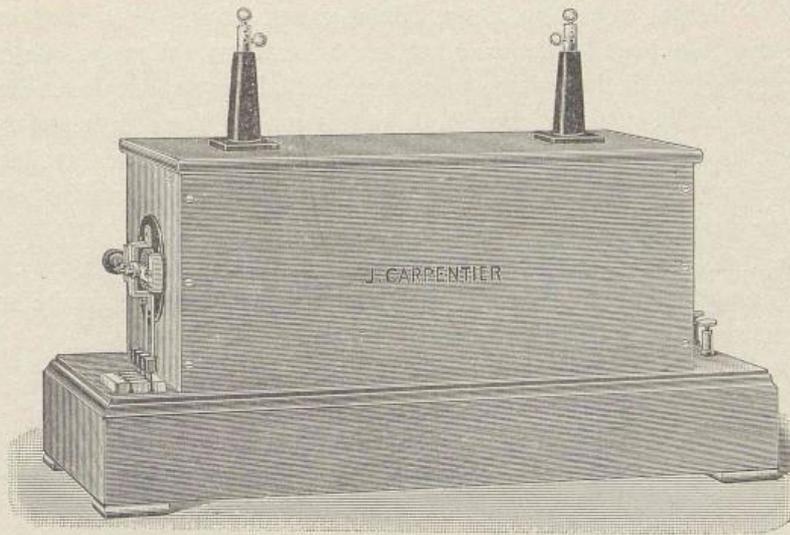
Bobines d'induction de Ruhmkorff (Série D)



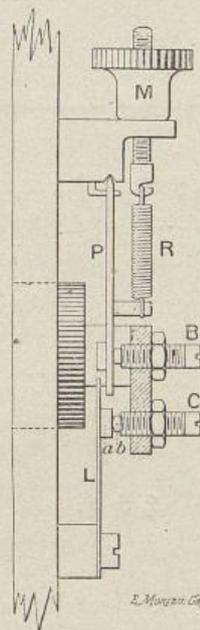
Ces bobines sont semblables à celles des séries B et C; elles sont disposées verticalement; elles tiennent peu de place sur une table de laboratoire.

Leurs constantes et leurs prix sont les mêmes que ceux de la série B.

Bobines d'induction de Ruhmkorff (Série J. C.).



Une étude approfondie de l'établissement du courant dans le circuit primaire, et de la rupture brusque à provoquer, a permis la réalisation d'un interrupteur nouveau, qui a reçu le nom de *Rupteur atonique*. Cet organe, monté directement sur la bobine, est actionné par le faisceau dans ses aimantations et ses désaimantations successives; il porte deux contacts en platine entre lesquels s'effectue la rupture; il a toutes les qualités de simplicité de l'ancien trembleur classique à lame vibrante.



Le nouveau rupteur permet de faire produire aux bobines leur maximum d'effet, absolument comme les interrupteurs indépendants, même ceux dans lesquels la rupture a lieu dans un milieu liquide.

La palette de fer doux P, attirée par le faisceau, n'a qu'une très faible masse; elle articule, dans une rainure triangulaire, par une de ses extrémités taillée en forme de couteau; un ressort à boudin R la maintient en place et la sollicite, en même temps, à s'appuyer sur une vis butoir B qui sert de limite, en arrière, à son déplacement. L'un des contacts en platine *a* est monté sur une lame de ressort L, l'autre *b* est fixé à l'extrémité d'une vis de réglage C. Le réglage du butoir arrière de la palette permet de lui laisser accomplir une course notable avant qu'elle rencontre le ressort fermeur, de sorte que les deux contacts en platine sont brusquement séparés l'un de l'autre. La palette, n'ayant par elle-même aucune élasticité, ne prend qu'un mouvement totalement aperiodique; c'est pour cette raison que le rupteur a reçu le qualificatif d'atonique.

Les bobines d'induction de la série J. C. sont construites suivant le type de la série B; elles contiennent, en plus, dans leur socle, soit un condensateur de capacité invariable, soit un condensateur réglable, subdivisé en quatre sections.

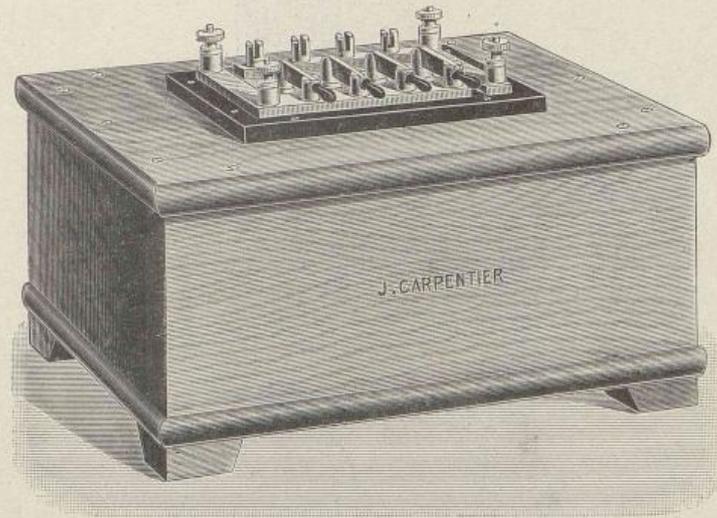
Bobines d'induction, série J. C.

MODÈLES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Longueur de l'étincelle.	3 c/m	5 c/m	10 c/m	15 c/m	20 c/m	25 c/m	30 c/m	35 c/m
PRIX avec condensateur 1 section. .	170.	» 230.	» 300.	» 370.	» 450.	» 580.	» 780.	» 1015.
PRIX avec condensateur 4 sections. .	»	»	»	410.	» 500.	» 650.	» 870.	» 1125.

NOTA. — La bobine n° 1 est montée comme les anciens modèles de Ruhmkorff : elle est fixée sur son socle par des joues en ébonite.



Condensateur de bobines d'induction.



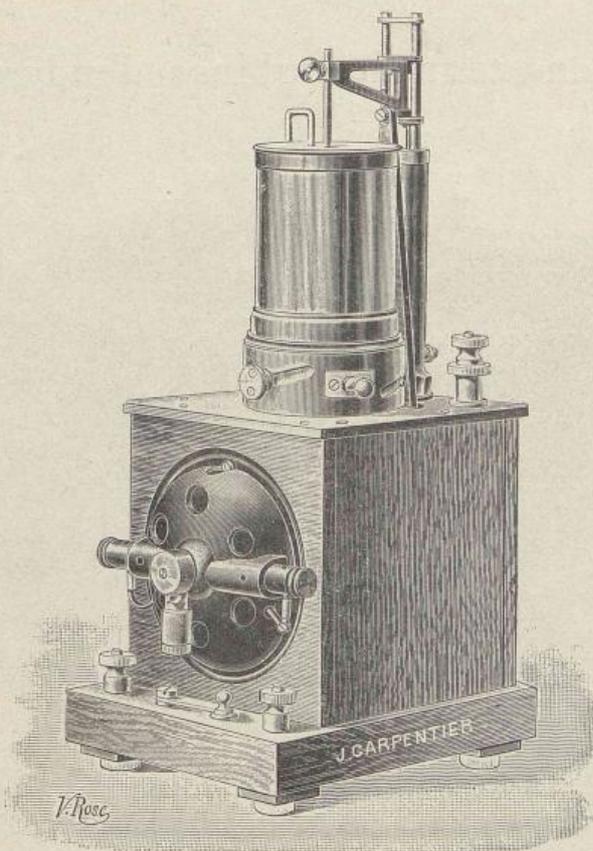
Ce condensateur est subdivisé en 4 sections; un commutateur de groupement permet de faire varier la capacité, et, par le jeu de 4 manettes, permet d'obtenir 15 combinaisons correspondant à des capacités variant depuis $\frac{1}{15}$ jusqu'à 1 microfarad environ.

Ce condensateur peut être employé pour toutes les bobines, même celles donnant 50 centimètres d'étincelle.

Prix : 250 francs



Interrupteur à mercure, avec moteur électrique.



L'interrupteur à mercure est indispensable lorsque le voltage de la source de courant dépasse 30 volts; le modèle avec moteur électrique a l'avantage de donner à la tige plongeante un mouvement rectiligne et une vitesse très régulière.

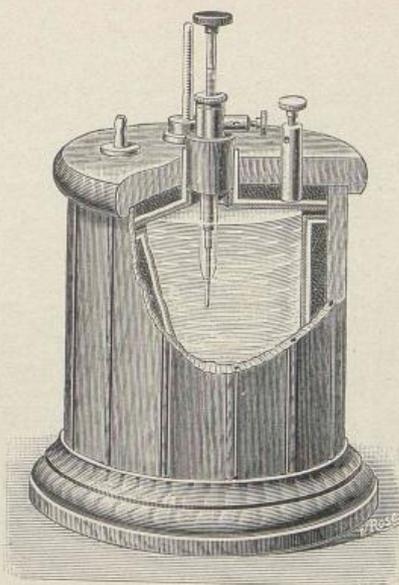
Le moteur électrique est enfermé dans le socle de l'appareil; le socle peut être ouvert pour la vérification et le graissage. Le moteur est construit pour 10 ou 110 volts selon le cas; il permet d'obtenir jusqu'à 25 interruptions par seconde.

L'interrupteur proprement dit est placé sur le socle; il se compose d'un grand vase en verre dans lequel se trouve un second vase plus petit destiné à contenir le mercure. La tige de cuivre qui plonge dans le mercure est portée par une potence en aluminium à laquelle une bielle, actionnée par le moteur, donne un mouvement alternatif rectiligne. Pour assurer la connexion entre cette tige et la borne correspondante, une seconde tige, fixée à la potence, plonge constamment dans le mercure qui remplit une colonne de fer; cette dernière sert de support à la glissière sur laquelle se déplace la potence. Une rampe hélicoïdale permet d'élever ou d'abaisser le vase de verre, de façon à régler la durée du contact de la tige plongeante et du mercure, ce réglage peut être fait pendant la marche.

Les circuits du moteur et de l'interrupteur sont entièrement indépendants et bien isolés l'un de l'autre; on peut donc faire usage de sources séparées ou d'une source unique pour faire tourner le moteur et alimenter la bobine.

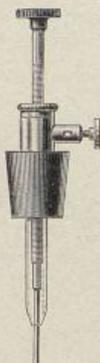
Interrupteur avec moteur électrique. 275. »

Interrupteur Wehnelt.



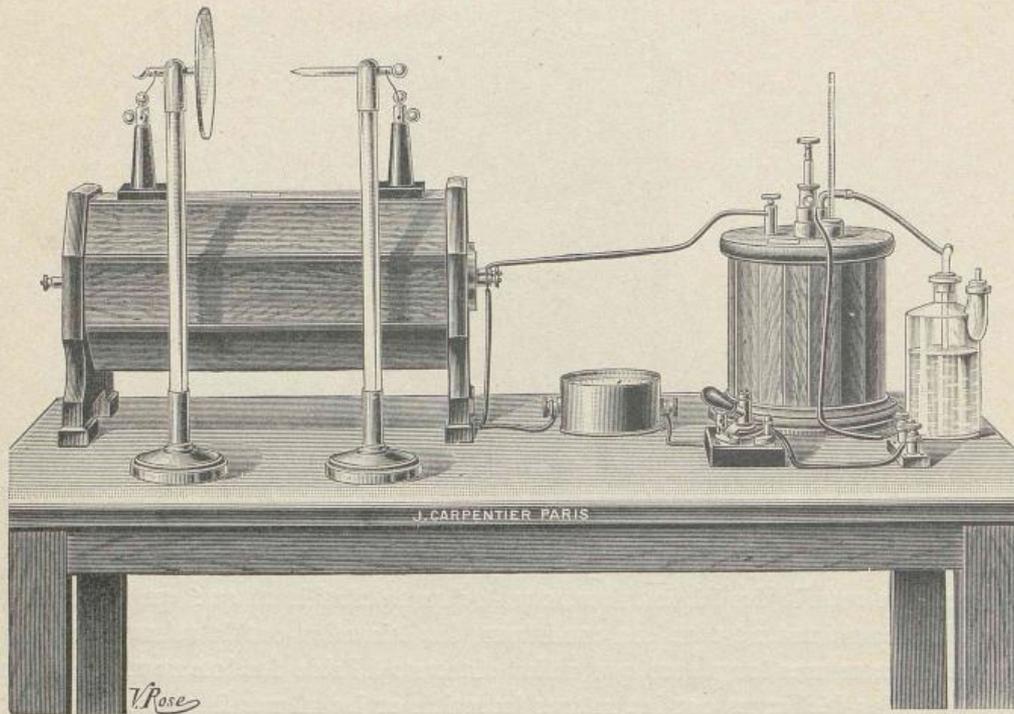
Ce modèle a été spécialement étudié pour actionner les bobines d'induction de Ruhmkorff, suivant la pratique usuelle des laboratoires, c'est-à-dire en n'utilisant que quelques éléments de piles ou d'accumulateurs; dans ces conditions, les étincelles ont la même apparence, la même nature et les mêmes longueurs que celles obtenues à l'aide des interrupteurs employés jusqu'à ce jour; les décharges ont les mêmes intensités et les mêmes fréquences, produisent des phénomènes identiques à ceux déjà observés, et conservent toutes leurs applications; en ce qui concerne la radiographie, notamment, la régularité du fonctionnement procure une fixité remarquable, et facilite beaucoup les observations.

Ce modèle d'interrupteur se compose d'une cuve en laiton doublée de plomb, et fermée hermétiquement par un couvercle percé de trois tubulures; l'une sert à l'introduction de l'électrode réglable, l'autre contient un thermomètre, la troisième permet l'évacuation des gaz; une borne est fixée au couvercle. La cuve est soigneusement entourée d'une gaine isolante en feutre, et tout l'ensemble est enfermé dans une enveloppe en bois.



L'électrode mobile est constituée par un fil de platine soudé à l'extrémité d'une tige de plomb, filetée, et par un écrou sur lequel est fixée la seconde borne d'entrée du courant; cet

ensemble est fixé en place, dans sa tubulure, à l'aide d'un bouchon en caoutchouc. La tige réglable est recouverte d'un tube de verre dont l'une des extrémités, percée d'un trou, laisse sortir le fil de platine.



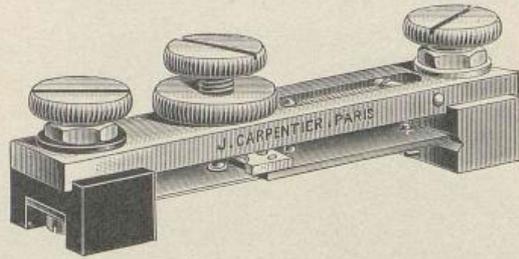
La figure ci-dessus montre l'installation d'une bobine d'induction, sans condensateur, de la série C et d'un interrupteur Wehnelt; un flacon laveur contenant une solution alcaline arrête les vapeurs acides entraînées.

Avec une force électromotrice de 12 à 14 volts, à la température de 90 à 100°, l'appareil peut fonctionner plusieurs heures d'une façon très régulière.

Prix : 100 francs



Bobines d'inflammation pour automobiles.



Ces bobines sont très compactes et comportent des enroulements cloisonnés d'un isolement parfait et d'un rendement maximum. Elles sont munies d'un nouveau modèle de rupteur atonique J. C., robuste, indérégable et formant un bloc amovible, susceptible d'être immédiatement remplacé, en cas d'accident, par un autre bloc tout réglé.

Modèles courants.

Bobine simple.	70 »
Bobine double.	130 »
Bobine quadruple.	250 »
Bobine de rechange.	22 »

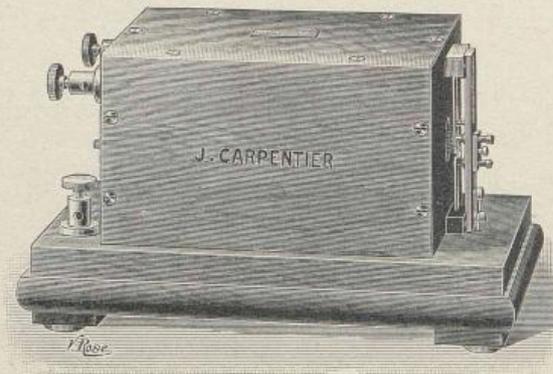
stem

20

Pour les autres modèles voir le Catalogue spécial.



Bobines d'inflammation, pour moteurs à gaz.



Ces bobines sont construites soit avec trembleur à ressort, soit avec rupteur.

Avec ces dernières, dès que le courant primaire est coupé à la came d'allumage, le rupteur rentre instantanément au repos; de même, quand cette même came rétablit le courant primaire, le rupteur se trouve dans des conditions toujours identiques : il part toujours du repos, et dès sa première oscillation atteint son régime normal. Ce fait donne à l'instant de l'allumage une grande précision et assure à la marche du moteur une régularité particulièrement favorable à son bon rendement.

Prix : 125 francs



PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

