

Auteur ou collectivité : Pellin, Ph

Auteur : Pellin, Ph

Auteur secondaire : Pellin, F.

Titre : Instruments d'optique et de précision : IXe fascicule, instruments de contrôle pour la métallurgie; métallurgie, macrophotographie, pyrométrie, points critiques, dilatations

Adresse : Paris : Imp. de Vaugirard, 1914

Collation : 59 p.: ill.; 30 cm

Cote : CNAM-MUSEE IS0.4-PEL

Sujet(s) : Appareils et instruments scientifiques ; Métallurgie ; Microscopes ; Photographie -- Appareils et matériel ; Spectroscopie ; Colorimétrie ; Mesure -- Instruments

Note : Successeurs Maison Soleil - J. Duboscq

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?M11125>

## GRANDS PRIX

PARIS 1900 — SAINT-LOUIS 1904 — LIÈGE 1905 — MILAN 1906  
HORS CONCOURS, MEMBRE DU JURY, LONDRES 1908 — BRUXELLES 1910 — GAND 1913  
MEMBRE DU JURY DE GROUPE, TURIN 1911

---

# INSTRUMENTS D'OPTIQUE ET DE PRÉCISION

---

PH. <sup>O.\*.I.Q.</sup><sub>††††</sub> & F. <sup>O.O.†</sup> PELLIN

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

M<sup>ON</sup> SOLEIL - J. DUBOSCQ <sup>O.\*.Q.</sup>

1819-1849

1849-1886



IX<sup>e</sup> FASCICULE

---

*Les prix de ce catalogue  
sont augmentés de 10 %*

## INSTRUMENTS DE CONTROLE POUR LA METALLURGIE

MÉTALLOGRAPHIE - MACROPHOTOGRAPHIE

PYROMÉTRIE - POINTS CRITIQUES - DILATATIONS



MAGASINS ET ATELIERS : 5, Avenue d'Orléans — PARIS

(PLACE DENFERT-ROCHEREAU)

Adresse télégraphique : FÉXIPEL-PARIS — Téléphone : Gobelins 13-16

---

*Envoi franco du Catalogue Général sur demande*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## RÉCOMPENSES OBTENUES PAR LA MAISON

### SOLEIL PÈRE (1819-1849)

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR. — DIPLOMES D'HONNEUR ET MÉDAILLES D'OR. — PARIS, 1834-1839-1844-1849

### JULES DUBOSCQ (1849-1883)

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR. — MÉDAILLES D'OR ET DIPLOMES D'HONNEUR. — PARIS, 1855-1857-1867. — LONDRES, 1851-1863-1871. — NEW-YORK, 1853. — VIENNE, 1873. — AMSTERDAM, 1883.

### JULES DUBOSCQ & PH. PELLIN (1883-1886)

DIPLOME D'HONNEUR — ANVERS, 1885 — JULES DUBOSCQ, OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

### PH. PELLIN (depuis 1886) O. \* I. O. † † † †

- 1886. — CHEVALIER DE L'ORDRE MILITAIRE DU CHRIST DE PORTUGAL.
- 1887. — LE HAVRE — **GRAND DIPLOME D'HONNEUR.**
- 1888. — BARCELONE — **MÉDAILLE D'OR** — CHEVALIER DE L'ORDRE D'ISABELLE-LA-CATHOLIQUE.
- 1889. — PARIS — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION — **4 MÉDAILLES D'OR** — OFFICIER D'ACADÉMIE.
- 1890. — SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, **MÉDAILLE D'OR.**
- 1891. — MOSCOU — **HORS CONCOURS.**
- 1892. — PARIS — EXPOSITION INTERNATIONALE DE PHOTOGRAPHIE, **DIPLOME D'HONNEUR.**
- 1893. — CHICAGO — **HORS CONCOURS** — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION.
- 1894. — CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR.
- 1894. — ANVERS — **DIPLOME D'HONNEUR.**
- 1895. — AMSTERDAM — **DIPLOME D'HONNEUR.**
- 1896. — PARIS — EXPOSITION DU THÉÂTRE ET DE LA MUSIQUE, **DIPLOME D'HONNEUR.**
- 1897. — BRUXELLES — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION — MEMBRE DU JURY — **HORS CONCOURS.**
- 1898. — OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.
- 1900. — CHEVALIER DE L'ORDRE ROYAL DU SAUVEUR DE GRÈCE.
- 1900. — PARIS — MEMBRE DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION — **TRÉSORIER DE LA CLASSE XV.**
- 1900. — PARIS — **GRAND PRIX.**
- 1901. — OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE (1<sup>re</sup> CLASSE), **PERSE.**
- 1902. — MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE **PHYSIQUE.**
- 1903. — FÉLIX PELLIN. — OFFICIER DU LION ET DU SOLEIL DE **PERSE.**
- 1903. — SAINT-LOUIS — PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION — **GROUPE III, CLASSES XVIII ET XX.**
- 1904. — SAINT-LOUIS — **GRAND PRIX.**
- 1905. — TRÉSORIER DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE **PHYSIQUE.**
- 1905. — LIÈGE — PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION — **CLASSE XV.**
- 1905. — LIÈGE — **GRAND PRIX.**
- 1906. — MILAN — **GRAND PRIX** — PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION.
- 1908. — LONDRES — PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION — **HORS CONCOURS.**
- 1910. — BRUXELLES — PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION — MEMBRE DU JURY — **HORS CONCOURS.** — F. PELLIN : RAPPORTEUR DE LA CLASSE XV.
- 1911. — FÉLIX PELLIN. — OFFICIER D'ACADÉMIE.
- 1911. — TURIN — PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION — VICE-PRÉSIDENT DU JURY DE CLASSE — MEMBRE DU JURY GROUPE II — **HORS CONCOURS.**

### PH. O. \* I. O. & F. O. O. † PELLIN (1912)

- 1912. — PH. PELLIN. — OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR.
- 1913. — GAND — PH. PELLIN, PRÉSIDENT DES COMITÉS D'ADMISSION ET D'INSTALLATION CLASSE XV. — F. PELLIN, SECRÉTAIRE DU GROUPE V. — RAPPORTEUR DE LA CLASSE XV.
- 1913. — GAND — **HORS CONCOURS, MEMBRE DU JURY.**

## INSTRUMENTS DE CONTRÔLE POUR LA MÉTALLURGIE

---

*Il n'est plus besoin d'insister aujourd'hui sur l'importance que présente le contrôle continu des opérations métallurgiques en cours de fabrication : le succès de ces opérations est intimement lié à ce contrôle et, pour l'obtenir, il est indispensable d'avoir constamment recours à des instruments précis et robustes, toujours prêts à faire connaître, d'une façon exacte et à tous les instants, la marche de telle opération en cours ou de tel phénomène que l'on désire étudier.*

*Pour étudier et suivre ces opérations nous avons créé, avec le concours des Savants, des instruments pratiques, robustes et précis, répondant à ces besoins. Tous nos appareils sont basés sur l'emploi de nouvelles méthodes d'essais adoptées dans ces dernières années : métallographie, pyrométrie, étude des points critiques, mesure des dilatactions, et les services de ces précieux auxiliaires se sont vite généralisés en trouvant un accueil favorable auprès des industriels toujours soucieux de perfectionner leurs fabrications. La plupart de nos instruments fonctionnent automatiquement, procédé qui a le double avantage d'économiser le temps et d'échapper à l'influence soit des idées préconçues, soit des négligences des observateurs. Dans les usines, ce procédé est indispensable : il donne en effet un contrôle continu des ouvriers que la présence d'aucun surveillant ne saurait remplacer.*

---

Tous les objectifs et oculaires “Zeiss” sont supprimés et remplacés par des pièces analogues comme caractéristiques et qualité.

La lampe “Nernst” peut être remplacée dans des installations métallographiques par un de nos régulateurs N<sup>os</sup> 20 à 23.

# MÉTALLOGRAPHIE

## Définitions et Principes

Lorsque deux ou plusieurs métaux se trouvent en présence à l'état fondu, et qu'ils sont refroidis lentement, différents cas peuvent se produire :

- 1<sup>o</sup> Les métaux ne sont pas susceptibles de s'allier : on peut citer le fer et le plomb ;
- 2<sup>o</sup> Les métaux se mélangent mécaniquement : c'est le cas du cuivre et du plomb, du cuivre et du chrome, du cuivre et du tungstène ;
- 3<sup>o</sup> Les métaux se dissolvent mutuellement : tels, dans certaines proportions, le cuivre et l'aluminium, le cuivre et l'étain, le cuivre et le zinc ;
- 4<sup>o</sup> Les métaux donnent naissance à des combinaisons définies :
  - a) Ou bien les combinaisons ne se dissolvent ni dans les métaux constituants, ni dans une autre combinaison ou une solution de ces métaux : c'est le cas, pour certaines proportions, des alliages aluminium-cuivre, aluminium-fer, etc.
  - b) Ou bien ces combinaisons se dissolvent dans les métaux constituants, ou dans une de leurs solutions ou de leurs combinaisons : on peut citer la combinaison *SbSn* qui est soluble dans l'antimoine ;
- 5<sup>o</sup> Les métaux sont isomorphes et cristallisent ensemble : c'est le cas de l'antimoine et du bismuth, de l'argent et de l'or.

De nombreuses méthodes permettent d'étudier la constitution des produits métallurgiques et de déterminer les différents cas qui peuvent se présenter. Parmi elles, la métallographie microscopique est assurément l'une des plus importantes et des plus rapides. Son but est de mettre en vue les différents constituants des produits métallurgiques. Pour l'atteindre, elle procède par examen microscopique, sous lumière réfléchie d'une surface parfaitement polie, que l'on a soumise à l'action d'un réactif qui différencie les divers constituants, attaquant les uns et respectant les autres (1).

### MICROSCOPE DE M. H. LE CHATELIER

M. H. LE CHATELIER nous a fait construire un microscope spécial pour la métallographie, dont les figures 1 et 2 reproduisent les dispositions principales.

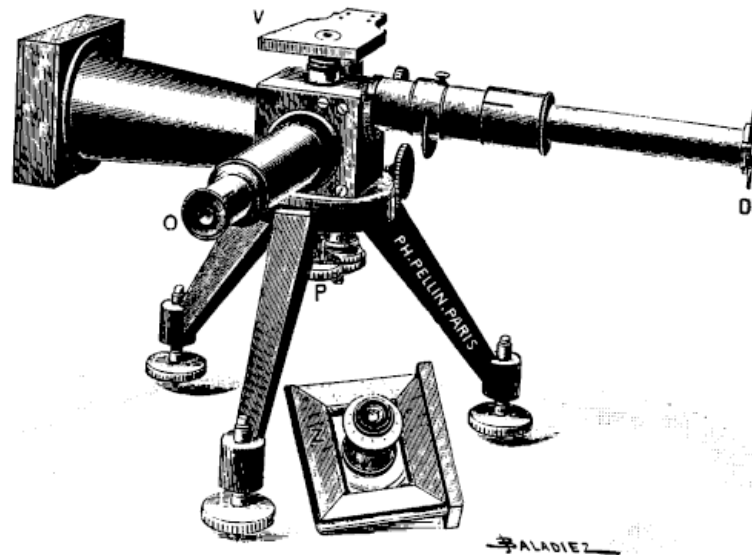


Fig. 1.

L'objectif est renversé et regarde vers le haut, ce qui permet d'examiner, quand cela est utile, des objets très volumineux ; M. LE CHATELIER a pu étudier ainsi une section d'un joint Fall pour rail de tramways qui avait 250 millimètres de large. Cette disposition permet surtout de se contenter, pour les échantillons ordinaires, d'une seule face plane, qui est posée directement sur la platine du microscope. On est dispensé soit du réglage, indispensable dans les microscopes ordinaires

(1) GUILLET. — *Revue Générale des Sciences*, 15 juillet 1906.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

pour orienter la surface examinée perpendiculairement à l'axe de l'appareil, soit de la sujétion plus grande encore de tailler sur l'échantillon deux faces planes et parallèles. Il en résulte de toute façon une économie de temps notable.

L'oculaire *O* (Fig. 1) est placé horizontalement sur le côté et reçoit l'image qui lui est renvoyée par un prisme à réflexion totale placé sous l'objectif, au-dessus du bouton *P* qui sert à le mouvoir. L'examen se fait donc facilement étant assis devant une table. La mise au point se fait au moyen de deux mouvements, mouvement rapide à crémaillère par le bouton *B* et mouvement lent micrométrique monté sur triangle par le bouton *R*.

Pour des travaux demandant une plus grande précision, nous construisons une platine spéciale qui permet de prendre une série successive d'épreuves photographiques du même échantillon. Cette platine (Fig. 2) remplace la platine *V* ; elle se compose de trois chariots dont deux, *b* et *c*, se meuvent perpendiculairement l'un à l'autre ; leurs déplacements sont de 20 millimètres et repérés par des divisions à vernier ; un troisième mouvement, à rotation, commandé par le bouton *a*, est également repéré par une division à vernier ; il permet de faire tourner l'échantillon sur lui-même. La mise au point se fait à l'aide de trois mouvements : une crémaillère et collier de serrage *B* sert pour la mise au point rapide ; un mouvement lent micrométrique *R*, monté sur triangle,

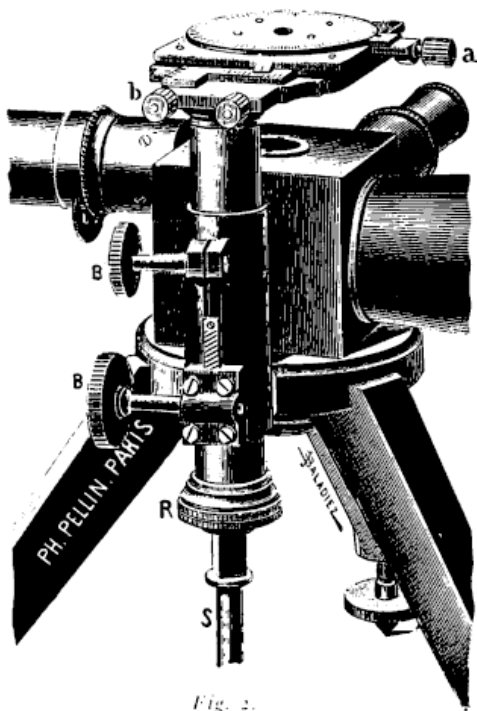


Fig. 2.

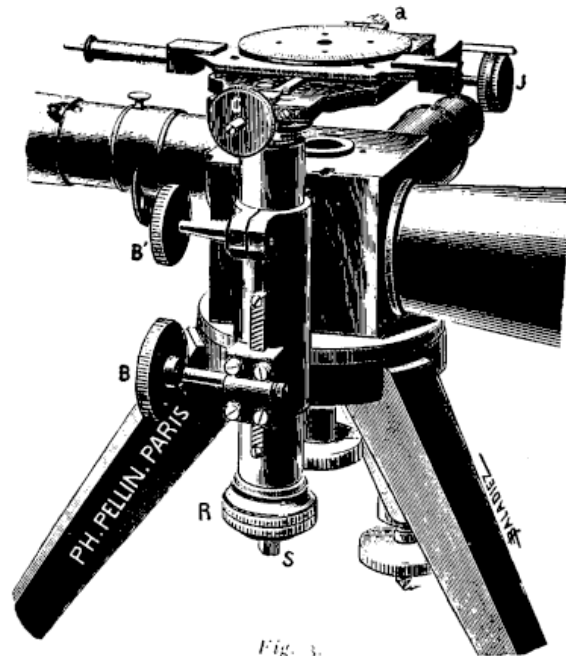


Fig. 3.

permet de préciser cette mise au point ; enfin, un câble souple *S*, qui peut se fixer au mouvement lent de la platine, sert pour la mise au point à distance lorsqu'on emploie la chambre photographique.

Nous construisons aussi pour les travaux de repérage des échantillons une platine spéciale (Fig. 3), dont les déplacements perpendiculaires se font par vis micrométriques, rappels à pompe, et tambours donnant directement le 1/200<sup>e</sup> de millimètre.

Mais, dans un microscope à métaux, l'appareil éclairé est la partie la plus délicate à régler. En général, ce réglage se fait par tâtonnements en agissant sur un grand nombre de pièces mobiles. M. LE CHATELIER a cherché à réduire ces tâtonnements au minimum et à donner à chacun un effet de nature bien déterminée. Ils se réduisent à deux : la variation d'ouverture et la variation de position d'un même diaphragme *D* qui est placé de telle sorte que :

1<sup>o</sup> L'ouverture du diaphragme commande l'angle du faisceau lumineux qui tombe en chaque point de la préparation. Cet angle doit varier avec la nature et la qualité de l'objectif, comme cela a lieu dans les objectifs de photographie. Plus l'angle est grand, plus l'influence des aberrations de sphéricité se fait sentir, et, au contraire, plus l'angle est petit, plus les franges de diffraction se développent. La netteté la plus grande est obtenue pour un certain angle moyen, que l'on doit, dans chaque cas, régler par tâtonnement.

**Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

2<sup>o</sup> La position de ce diaphragme commande l'inclinaison moyenne du faisceau qui tombe sur la préparation. Au point de vue de la netteté, cette direction devrait se rapprocher de la normale, mais on est obligé de s'en éloigner pour atténuer la proportion de lumière réfléchi par les lentilles et arrivant à l'œil. Pour une inclinaison convenable, la majeure partie de la lumière ainsi diffusée peut être arrêtée par le prisme éclairer lui-même.

Le diaphragme *D*, qui sert à régler l'éclairage, est placé au foyer principal du système optique constitué par une lentille et le prisme éclairer ; il vient faire son image sur l'arête supérieure du prisme éclairer.

Un diaphragme placé entre le prisme éclairer et la lentille a pour objet d'arrêter tous les rayons tombant sur des points de la préparation autres que ceux que l'on examine. Pour la photographie, soit sur la plaque  $4\frac{1}{2} \times 6$ , soit sur la plaque de la chambre d'agrandissement de 50 centimètres et tirages jusqu'à 1 mètre, nous avons rendu mobile ce diaphragme par un déplacement longitudinal, ce déplacement permet en effet de mettre rigoureusement au point et en même temps, son contour et la préparation que l'on désire photographier. Une série de trous circulaires permet d'augmenter ou de diminuer le champ visible sur la plaque.

Comme source lumineuse *N* (Fig. 5), la plus commode est une lampe NERNST (Fig. 5), si l'on possède l'électricité, ou un bec Auer. On atténue, si besoin est, la lumière en interposant des verres dépolis ou des feuilles de papier minces. On place le manchon Auer à une dizaine de centimètres au plus du diaphragme *D*, de façon à utiliser toute la surface de celui-ci.

## Photographie

La photographie microscopique a une très grande importance pour conserver une trace durable des différentes préparations étudiées. Le dispositif du microscope de M. LE CHATELIER a surtout été étudié au point de vue de son usage pour la photographie. Il présente à ce point de vue quelques dispositions particulières.

La disposition de la partie photographique est une chambre horizontale placée sur le côté de l'appareil, dans laquelle le faisceau lumineux est renvoyé au moyen du prisme à réflexion totale ; ce prisme est monté à rotation, dans le fond de la boîte, sur un axe vertical qui permet de le diriger tantôt vers l'oculaire pour l'examen à la vue directe, tantôt sur la plaque photographique en le tournant de 90 degrés à l'aide du bouton *P*. Avec la chambre horizontale *C* (Fig. 5), la mise au point se fait directement sur la plaque, comme dans un appareil photographique quelconque ; cela est très facile avec la lampe NERNST, par exemple, qui donne des images très lumineuses. Les surfaces du prisme à réflexion totale étant parfaitement travaillées, la netteté des images n'est nullement altérée. — La distance de la plaque à l'objectif est, bien entendu, celle pour laquelle les aberrations de l'objectif ont été corrigées, c'est-à-dire 250 millimètres. — L'image obtenue a 30 millimètres de diamètre ; elle est extrêmement nette et pourrait supporter un agrandissement ultérieur de 10 diamètres.

Pratiquement, on ne peut guère dépasser un grossissement linéaire de trois fois, ce qui donne des épreuves de 90 millimètres très convenables pour les projections. Mais il est préférable d'effectuer de suite le grossissement de l'image avant de la recevoir sur la plaque. Pour cela on installe, à la place du petit châssis, un oculaire à projection *Z* (Fig. 1) grossissant deux fois et l'on place la plaque photographique de dimension  $9 \times 12$  par exemple à 50 centimètres ou 1 mètre. Cette disposition, qui est adoptée maintenant, permet de monter tout l'appareil sur un banc métallique (Fig. 5) comme le banc d'optique, ce qui lui donne une très grande stabilité ; on se protège plus facilement en effet contre les petits mouvements très nuisibles à la netteté des photographies (1).

La longueur que l'on donne à la chambre noire est de 50 centimètres mais un soufflet permet un tirage jusqu'à 1 mètre. Les dimensions des plaques photographiques que l'on peut employer avec ces chambres sont de  $9 \times 12$  ou  $13 \times 18$ . Les oculaires à projection Zeiss que nous avons adoptés pour les microscopes sont disposés de façon qu'on puisse faire varier la distance relative des deux lentilles. Cela permet de changer un peu le grossissement, mais ce n'est pas là le but essentiel de ce dispositif ; les images données par des séries successives de lentilles sont généralement plus ou moins courbes, on peut corriger ce défaut en faisant varier quelques-unes des grandeurs qui définissent le système optique et en particulier la distance des deux lentilles de l'oculaire.

Si les échantillons à étudier étaient rigoureusement plans, on pourrait définir d'une façon rigoureuse la position relative convenable de ces lentilles pour chaque longueur de la chambre photographique, mais en réalité, le polissage donne presque toujours des échantillons courbes, et cette courbure vient, suivant les cas, s'ajouter ou se retrancher à la courbure résultant du système

(1) M. H. LE CHATELIER. — *Revue de Métallurgie*, juillet 1903.



optique, de sorte qu'il faut, dans chaque cas particulier, déterminer par tâtonnements la position relative des deux lentilles qui donne, dans toute l'étendue de la plaque photographique, la netteté la plus uniforme.

L'éclairage présente une importance capitale au point de vue de la photographie. Le bec Auer, les flammes d'acétylène, la lumière oxydrique, sont très convenables, si l'on veut se contenter de l'emploi de la lumière blanche. Il faut, dans tous les cas, que la source lumineuse couvre complètement le diaphragme *D*. Si la source est petite, comme la perle de magnésie dans la lumière oxydrique, on ne peut se contenter de la placer derrière le diaphragme, il faut projeter son image sur le diaphragme au moyen d'une lentille supplémentaire (*Fig. 5*), que l'on dispose de façon à obtenir, quand cela est nécessaire, une image amplifiée de la source lumineuse. Cela est indispensable si l'on se propose d'employer une étincelle électrique jaillissant entre deux pointes de magnésium par exemple.

De toutes les sources lumineuses dont il vient d'être question, celle dont nous ne saurions trop conseiller l'emploi est la lampe NERNST, qui a l'avantage de servir à l'examen direct et à la photographie, lorsqu'il s'agit de faibles grossissements : dans ce dernier cas, nous recommandons d'interposer entre la lampe et la lentille *L* (*Fig. 5*) une cuve *F* (*Fig. 5*) renfermant une solution acide de sulfate de quinine, et de faire la mise au point sur un verre violet, à l'aide d'une loupe de mise au point. A cet effet, nos chambres d'agrandissement possèdent, outre un châssis à verre dépoli, un châssis à verre violet. Nous avons reconnu qu'en employant cette disposition, on arrivait, dès les premières épreuves, à obtenir de très bons clichés photographiques. Le temps de pose varie avec l'échantillon ; il est environ de 5 à 20 secondes, si la photographie est prise directement : agrandissement par le tirage de la chambre, sans l'oculaire à projection, et en se servant de ce dernier, il est de 20 à 50 secondes si les aciers, par exemple, sont peu attaqués et très brillants, et enfin de 5 à 10 minutes pour les corps peu réfléchissants, comme les verres, les laitiers ou les roches.

Pour les forts grossissements, la lampe à arc à charbons perpendiculaires est indispensable, elle permet de diaphragmer suffisamment l'ouverture de l'éclaireur pour donner le maximum d'opposition au cliché.

## Appareils d'études

- 1 **Microscope pour chambre photographique** horizontale châssis 4 1/2 x 6 (*Fig. 1*) avec objectif n° 3, objectif n° 5 — oculaire n° 4 — oculaire n° 5 (Ces accessoires en boîte gainée). . . . . 670 fr.
- 2 **Le même**, avec platine mobile à 3 chariots donnant trois mouvements dont deux perpendiculaires l'un à l'autre, à déplacement de 20 millimètres dans les deux sens (*Fig. 2*) par les boutons *b* et *c*, les déplacements sont repérés par des divisions à vernier ; un troisième mouvement, commandé par le bouton *a*, est à rotation, également repérée par une division à vernier.

### 3 Mouvements de mise au point :

- 1<sup>re</sup> Rapide à crémaillère et collier de serrage, bouton *B* ;
- 2<sup>re</sup> Lent micrométrique monté sur triangle, bouton *R* ;
- 3<sup>re</sup> Mouvement de commande à distance à l'aide d'un conducteur flexible *S*.

Avec objectif n° 3, objectif n° 5 — oculaire n° 4, oculaire n° 5.  
(Ces accessoires en boîte gainée) . . . . . 840 fr.

- 3 **Le même** avec platine pour travaux de repérage (*Fig. 3*) : cette platine est semblable à la précédente, mais les déplacements perpendiculaires sont à vis micrométriques (rappel à pompe) et tambours donnant 1/200<sup>e</sup> de millimètre : avec objectif n° 3, objectif n° 5, oculaire n° 4, oculaire n° 5 (ces accessoires en boîte gainée) . . . . . 870 fr.
- 4 **Chambre photographique d'agrandissement** pour épreuves 9 x 12 de 0<sup>m</sup>50 cent. 90 fr.
- 5 **La même** . . . . . 1 mètre, 110 fr.
- 6 **La même** . . . . . 0<sup>m</sup>50 cent.
- et raccord spécial à soufflet permettant de se servir soit de la chambre de 50 centimètres, soit de toutes les distances intermédiaires entre 50 centimètres et 1 mètre, pour épreuves 9 x 12. . . . . 240 fr.
- 7 **La même**, pour épreuves 13 x 18. . . . . 265 fr.
- Les chambres n° 6 et 7 sont montées sur banc en chêne avec chariot de déplacement.
- 8 **Oculaire à projection Zeiss** avec raccord pour le microscope . . . . . 75 fr.
- 9 **Lentille d'éclairement** sur pied. . . . . 40 fr.
- 10 **Lampe Nernst** montée sur pied spécial pour la métallographie . . . . . 65 fr.

Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.

## Installations complètes comprenant :

- 11** Microscope de M. LE CHATELIER avec platine à chariots (*Fig. 2*).  
 Oculaire n° 4 ;  
 Oculaire n° 5 ;  
 Oculaire à projection Zeiss ;  
 Objectif n° 3 ;  
 Objectif Zeiss achromatique 26  $\frac{m}{m}$  de distance focale équivalente ;  
 Objectif Zeiss — 7  $\frac{m}{m}$  —  
 Objectif Zeiss — 2  $\frac{m}{m}$  8 —  
 Objectif Zeiss spécial pour l'étude des bronzes de 17  $\frac{m}{m}$  de distance focale équivalente ;  
 (Ces objectifs corrigés spécialement pour servir sans couvre-objet)  
 Lentille d'éclairement sur pied ;  
 Support spécial et deux cuves d'absorption ;  
 Lampe Nernst, montée sur pied spécial pour la métallographie (nous indiquer le voltage) ;  
 Loupe de mise au point ;  
 Micromètre au 1/10<sup>e</sup> de millimètre sur verre ;  
 Chambre photographique d'agrandissement de 50 centimètres de longueur. . . . . **1.500 fr.**  
 (Tous les accessoires sont livrés en boîte gainée.)
- 12** La même installation avec chambre photographique d'agrandissement de 1 mètre pour épreuves 9 x 12. . . . . **1.530 fr.**
- 13** La même, avec chambre photographique d'agrandissement de 50 centimètres et raccord spécial à soufflet pour toutes distances intermédiaires jusqu'à 1 mètre pour épreuves 9 x 12 : cette installation montée sur banc de chêne. . . . . **1.670 fr.**
- 14** La même, avec régulateur à main. . . . . **1.760 fr.**
- 15** Supplément pour la platine (*Fig. 3*) rappelés à chariots et tambours donnant les repérages au 1/200<sup>e</sup> de millimètre. . . . . **70 fr.**

## Installations sur banc en fonte de fer

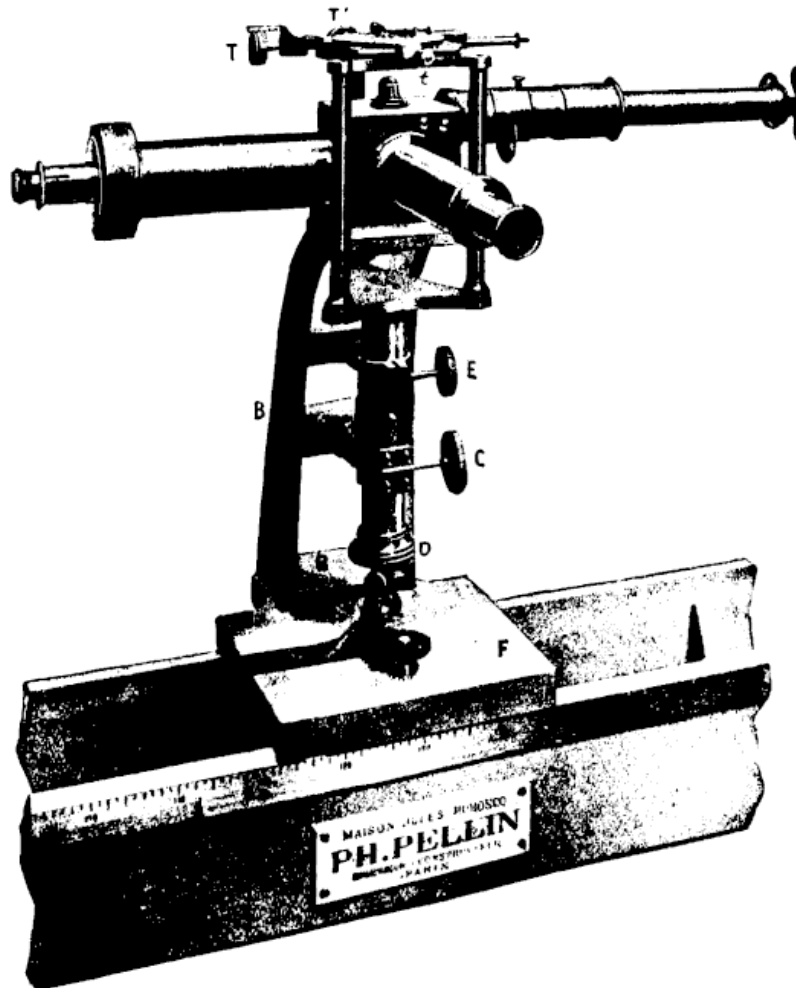
*Figures 4 et 5.*

- 16** Installation avec microscope (*Fig. 4*) montée sur banc en fonte de fer de 2 m. 65 (*Fig. 5*) avec six patins supportant les appareils.  
 Oculaire n° 4 ;  
 Oculaire n° 5 ;  
 Oculaire à projection Zeiss ;  
 Objectif n° 3 ;  
 Objectif Zeiss achromatique 26  $\frac{m}{m}$  de distance focale équivalente ;  
 Objectif Zeiss — 7  $\frac{m}{m}$  —  
 Objectif Zeiss — 2  $\frac{m}{m}$  8 —  
 Objectif Zeiss spécial pour l'étude des bronzes de 17  $\frac{m}{m}$  de distance focale équivalente ;  
 (Ces objectifs corrigés spécialement pour servir sans couvre-objet).  
 Lentille d'éclairement ;  
 Support spécial et deux cuves d'absorption ;  
 Régulateur à main ;  
 Loupe de mise au point ;  
 Micromètre au 1/10<sup>e</sup> de millimètre sur verre ;  
 Chambre photographique d'agrandissement à soufflet pour épreuves 13 x 18 et raccord pour épreuves 9 x 12. . . . . **2.300 fr.**  
 (Tous les accessoires sont livrés en boîte gainée).
- 17** La même, avec régulateur automatique (*Fig. 8*). . . . . **2.475 fr.**
- 18** La même que n° 16, avec oculaire compensateur Zeiss, objectif à immersion de 1/12. Écrans monochromatiques vert, jaune, violet : ces écrans se montent sur le support de cuve . . . . . **2.700 fr.**
- 19** La même, avec régulateur automatique. . . . . **2.875 fr.**  
 (Nous pouvons fournir tous les objectifs et oculaires qui nous seraient demandés.)  
 Objectifs apochromatiques de même distance focale que les objectifs achromatiques, etc.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

## Microscope à monture spéciale pour les installations sur banc en fonte de fer

Ce microscope (*Fig. 4*) est monté avec une platine à trois chariots dont deux à déplacements perpendiculaires munis de rappels à pompe avec tambours *T T'* donnant les repérages au 1/200<sup>e</sup> de millimètre, le troisième chariot est pourvu d'un mouvement de rotation commandé par le bouton *L*.



*Fig. 4.*

Cette platine est reliée par trois colonnes à une seconde platine attaquée par les mouvements de rappel à l'aide du bouton *C* pour les grands déplacements, le bouton *D* pour le mouvement micrométrique et le joint à la cardan *F* pour la manœuvre de mise au point à distance. Le bouton *E* servant à immobiliser le mouvement de *C*. Cette disposition assure une stabilité absolue à la platine et lui permet de recevoir des échantillons relativement lourds, sans craindre de fausser son horizontalité. Un bâti *B* en fonte de fer solidaire du patin *F* supporte le microscope et l'ensemble se présente sous la forme d'un appareil extrêmement robuste.

*Toutes les installations sur banc en fonte de fer sont montées avec ce microscope.*

**Maison SOLEIL - J. DUBOSCO.**

# Microscope de M. LE CHATELIER Pour la Métallographie

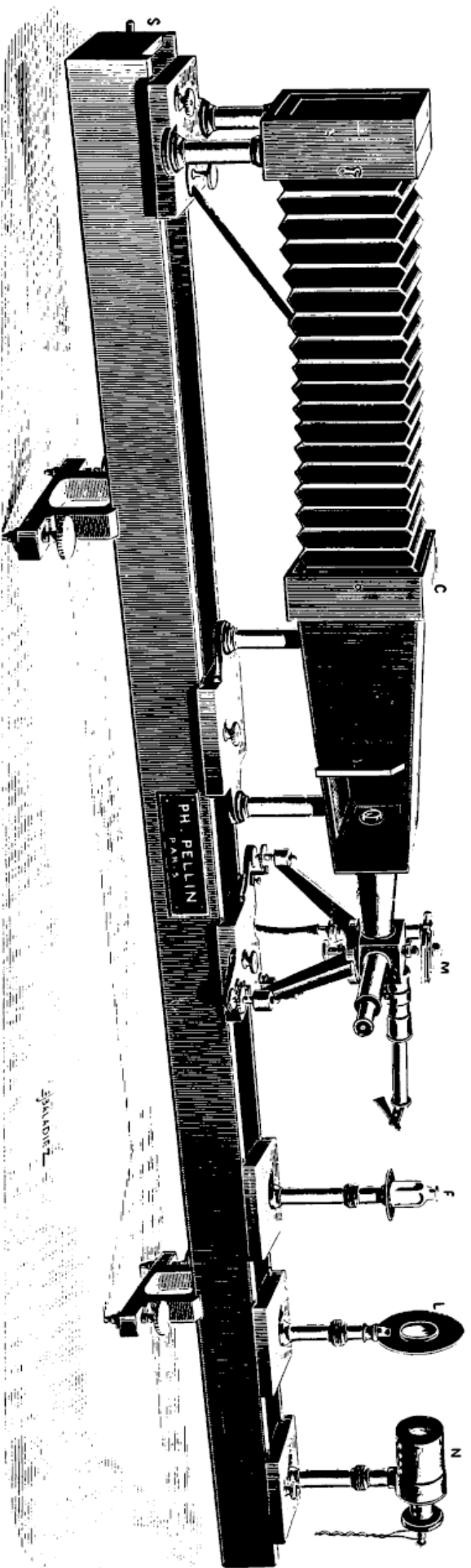


Fig. 5.

INSTALLATION MÉTALLOGRAPHIQUE ADOPTÉE PAR LES LABORATOIRES DE L'ÉTAT ET LES GRANDES USINES DE FRANCE ET DE L'ÉTRANGER  
*Guerre — Marine — Forges — Fonderies — Ateliers — Automobile — Découpage, etc.*

- C. Chambre photographique d'agrandissement pour épreuves 13 - 18 avec raccord pour épreuves 9 - 12, de 0m50 de longueur avec soufflet à tirage pour toutes distances jusqu'à 1 mètre 25 centimètres.
- M. Microscope à platine à trois déplacements, trois mises au point dont une à distance par le raccord simple S (Voir Fig. 4).
- F. Cuve d'absorption pour la photographie.
- L. Lentille d'éclaircissement.
- N. Lampe Nernst dans sa monture spéciale bornant l'arrière.

## Régulateurs à main à charbons perpendiculaires

Les charbons se déplacent à une vitesse double l'un de l'autre au moyen de deux vis reliées par engrenage à angle droit ; ils peuvent être manœuvrés par l'un ou l'autre des boutons *b b'*. Le bouton *b'* est muni d'un débrayage permettant de déplacer les charbons indépendamment l'un de l'autre ; ce dispositif a pour but de faciliter le réglage de l'arc.

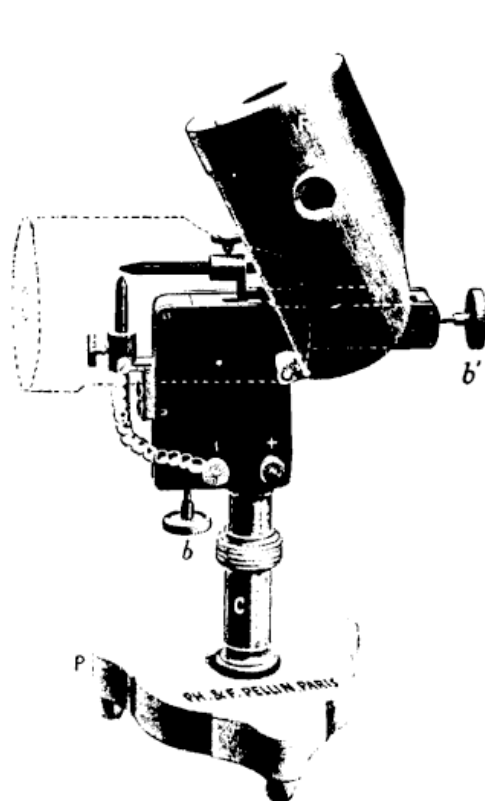


Fig. 6.

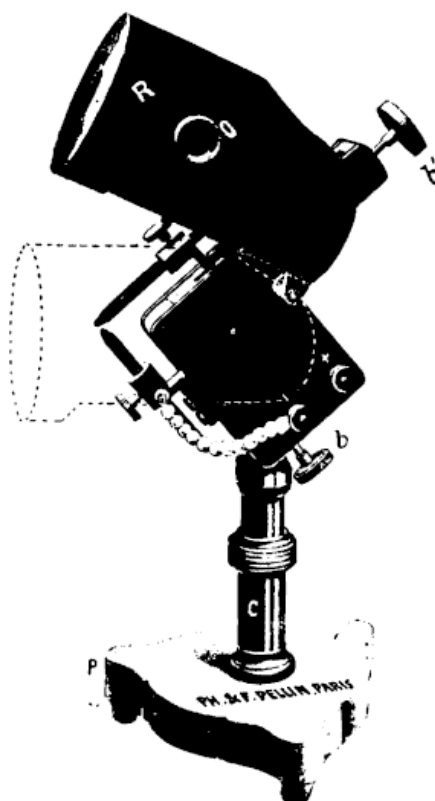


Fig. 7.

### Régulateur à main pour courant continu et courant alternatif

Un recouvrement mobile *R* sert de protection, il est muni de deux ouvertures, l'une pour le passage des rayons lumineux, l'autre protégée par un verre noir servant à surveiller la marche des charbons. Les porte-charbons peuvent recevoir des charbons de 7 mm de diamètre et 150 mm de longueur.

L'ensemble de cet appareil est monté sur pied lourd et colonne à hauteur variable.

(Nous indiquer à la commande le voltage dont on dispose.)

- |           |   |                |
|-----------|---|----------------|
| <b>20</b> | <b>Régulateur à main</b> (Fig. 6) pour courant continu . . . . .    | <b>150 fr.</b> |
| <b>21</b> | <b>Régulateur à main</b> (Fig. 7) pour courant alternatif . . . . . | <b>150 fr.</b> |

## Régulateurs Automatiques

Ces régulateurs automatiques à charbons perpendiculaires sont disposés pour fonctionner avec du courant alternatif ou du courant continu. Pour le courant alternatif, la colonne est fixée suivant l'axe de la diagonale de la boîte et l'on emploie deux charbons homogènes de même diamètre. Pour le courant continu (Fig. 8) la colonne est fixée sur la face de la boîte et l'on emploie un charbon à âme au positif et un charbon homogène au négatif ; le charbon positif doit avoir un diamètre sensiblement double du négatif. Pour placer ce charbon de diamètre double, il suffira d'enlever la bague intermédiaire *R*.

**Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

## Mise en marche du régulateur

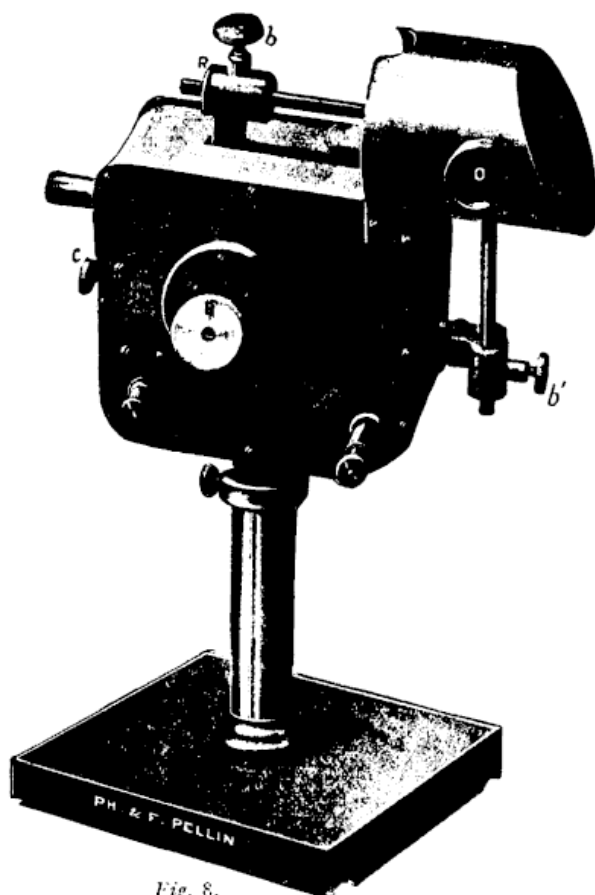


Fig. 8.

Après avoir attaché les fils conducteurs aux bornes, ramener les porte-charbons à fond de course des rainures au moyen du bouton *B* et fixer les charbons au moyen des boutons *b*, *b'*, de façon que la rencontre soit normale à l'axe de projection pour le courant alternatif ; pour le courant continu, le cratère doit se former à 45° de l'axe de projection. Ensuite, mettre le mouvement d'horlogerie en marche au moyen du bouton *D* en dirigeant le trait vers la lettre *M*, la lettre *A* indiquant la position d'arrêt.

Sous la poussée du mouvement, les charbons se collent : dans ces conditions, l'arc ne peut jaillir, il faut, au moyen du bouton *B*, les maintenir légèrement écartés jusqu'à ce que l'arc ait jailli ; ceci fait, il ne reste qu'à régler la résistance d'attraction de l'électro de façon à maintenir constant l'écartement des charbons ; ce réglage s'opère en tournant à droite ou à gauche le bouton *C*. Si les charbons se rapprochent de trop, dévisser le bouton *C* de droite à gauche ; si, au contraire, l'arc s'allonge, visser le bouton *C* de gauche à droite. (Ces mouvements sont très faibles, il faut agir par 1/50 de tour.)

- 22 Régulateur automatique (Fig. 8) pour courant continu. . . . . 300 fr.  
 23 — — — alternatif . . . . . 300 fr.

## Tableaux des Grossissements des objectifs avec les oculaires oculaire à projection et chambres photographiques.

OBJECTIFS	OCULAIRE N° 1. OCULAIRE N° 5.		OCULAIRE COMPENSATEUR
	Diamètres	Diamètres	Diamètres
3	100	200	450
5	310	650	1300
Zeiss pour faibles grossissements 26 D.F. équ.	52	130	
Zeiss spécial p <sup>r</sup> les bronzes, 17 <sup>mm</sup> D.F. équival.	85	190	380
Zeiss 7 millimètres Dist. focale équivalente.	215	450	875
Zeiss 4.2 millim. Dist. focale équivalente . . .	400	750	
Zeiss 2.8 millim. Dist. focale équivalente . . .	500	1100	2100

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

25

OBJECTIFS	CHAMBRE DE 50 CENT. SANS OCULAIRE	CHAMBRE de 50 cent. avec oculaire. OCULAIRE	
		Petite ouverture	Grande ouverture
<b>3</b>	Diamètres 40	Diamètres 53	Diamètres 100
<b>5</b>	120	250	300
Zeiss pour faibles grossissements 26 D.F. équ.	29	49	59
Zeiss spécial p <sup>r</sup> les bronzes. 17 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> D.F. équival.	35	70	85
Zeiss 7 millimètres Dist. focale équivalente.	90	185	225
Zeiss 4.2 millim. Dist. focale équivalente . .	175	300	360
Zeiss 2.8 millim. Dist. focale équivalente . .	225	450	550

26

OBJECTIFS	CHAMBRE DE 1 MÈTRE SANS OCULAIRE	CHAMBRE de 1 mètre avec oculaire OCULAIRE	
		Petite ouverture	Grande ouverture
<b>3</b>	Diamètres 80	Diamètres 165	Diamètres 200
<b>5</b>	240	500	600
Zeiss pour faibles grossissements 26 D.F. équ.	47	97	117
Zeiss spécial p <sup>r</sup> les bronzes. 17 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> D.F. équival.	70	140	170
Zeiss 7 millimètres Dist. focale équivalente.	180	370	450
Zeiss 4.2 millim. Dist. focale équivalente . .	290	590	700
Zeiss 2.8 millim. Dist. focale équivalente . .	450	900	1100

27

OBJECTIFS	OCULAIRES						
	1	5	COMPENSATEUR	A PROJECTION			
				CHAMBRE DE 0,50		CHAMBRE DE 1,00	
				Petite ouverture	Grande ouverture	Petite ouverture	Grande ouverture
<b>3</b>	100 dia.	200 dia.	450 dia.	53 dia.	100 dia.	165 dia.	200 dia.
<b>5</b>	310	650	1300	165	200	500	600
Zeiss Achro. 17 <sup>m</sup> / <sub>m</sub> D.F. E.	85	190	380	70	85	140	170
Zeiss Achro. 7 D. F. E.	215	450	875	185	225	370	450
Zeiss Achro. 2.8 D.F. E.	500	1100	2100	450	550	900	1100
Zeiss immersion 1/12.	670	1200	3400	730	900	1320	1600

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

## Macrographie — Macrophotographie

L'examen macroscopique a pour but de mettre en valeur les phénomènes de corrosion : les essais de corrosion sont employés, soit pour étudier les déformations successives dans le travail du métal, soit pour constater l'existence ou l'absence de partie de la « retassure » dans un lingot ou dans une pièce d'acier ; soit, et cela d'une façon générale, à contrôler les procédés de fabrication des pièces forgées.

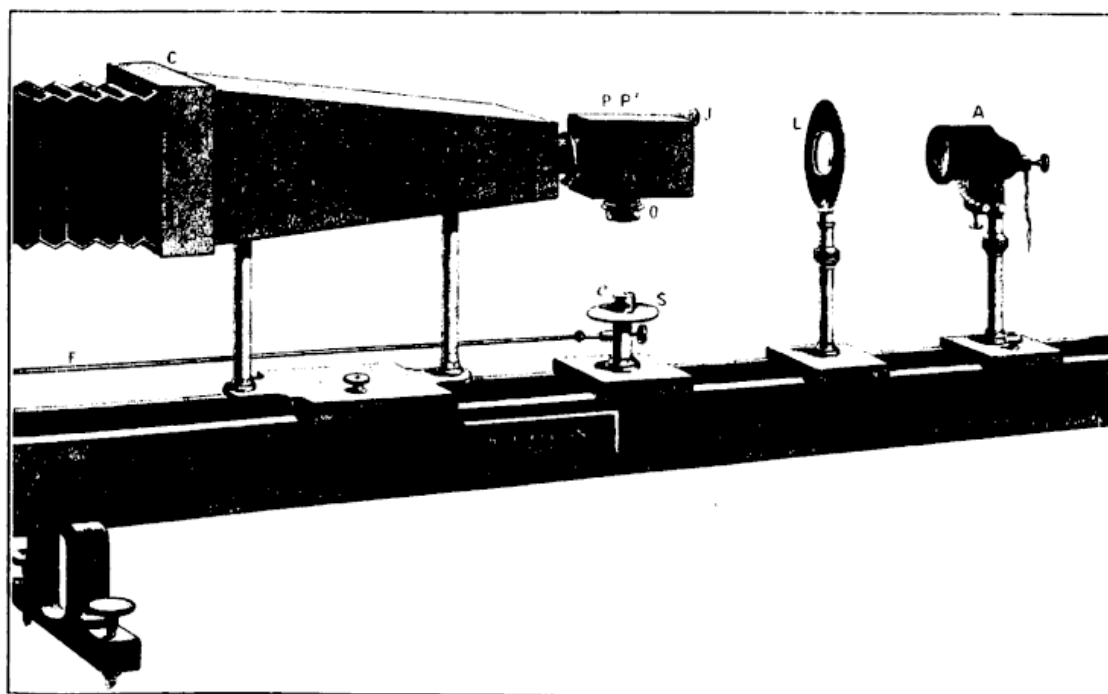
Pour répondre à ces contrôles, nous construisons deux types d'instruments pour la macrophotographie.

**28 1<sup>re</sup> Installation complète** comprenant : 1 chambre photographique d'agrandissement pour photographies de  $24 \times 30$  avec intermédiaires pour plaques  $18 \times 24$ ,  $13 \times 18$  et  $9 \times 12$ . Cette chambre est montée sur colonne et pied lourd servant de table aux échantillons : elle est munie d'un tirage pour la mise au point et peut servir soit verticalement ou horizontalement.

**Objectif photographique Tessar /**

**Loupe de mise au point.** . . . . . en boîte gainée . . . . . **520 fr.**

**29** Pour les laboratoires possédant une **installation de métallographie** sur banc en fonte de fer (*Fig. 5*) nous construisons un dispositif (*Fig. 9*) qui s'adapte sur ce banc.



*Fig. 9.*

Ce dispositif consiste en un système de double prisme de haute précision  $P P'$  supportant l'objectif photographique  $O$  : il se monte directement sur la chambre photographique d'agrandissement  $C$  et possède tous les réglages pour éclairer l'échantillon  $e$  au moyen de la lentille  $L$  et de la lampe à arc  $A$ . Un patin spécial  $S$  se plaçant sur le banc de métallographie est muni d'une tablette servant de support à l'échantillon  $e$ . Cette tablette est mobile dans le plan vertical au moyen d'une crémaillère et d'une commande à distance  $F$  pour la mise au point photographique.

Prix de cette installation. . . . . **400 fr.**

**30 Trousse de Métallographie de M. L. Guillet** (*Fig. 10*), pour l'examen sur place des grosses pièces, comprenant :

- 1<sup>re</sup> Un moteur à courant continu (110 ou 120 volts).
- 2<sup>re</sup> Un raccord souple et monture.
- 3<sup>re</sup> Une boîte de flacons à réactifs, 2 vaporisateurs pour alumine. Meules en carborundum et disques en bois lustrés.
- 4<sup>re</sup> Objectif n° 3.
- 5<sup>re</sup> Microscope.

**Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.**



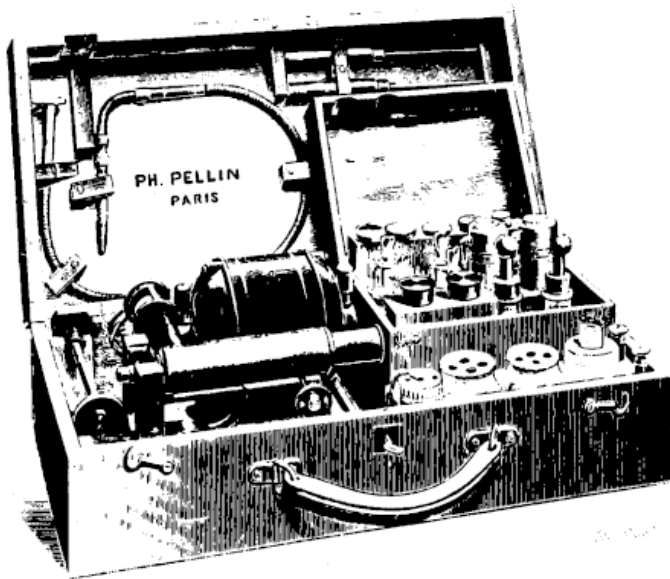


Fig. 10.

6° Étau pour fixer le microscope sur une pièce quelconque.

7° Prises de courant, limes, papier d'émeri, etc.

Le microscope est à axe vertical, l'éclairage est obtenu à l'aide d'un prisme identique à celui du microscope Le Chatelier. Cet appareil peut se fixer sur un objet quelconque, soit par un étau, soit par des lanières de cuir.

La trousse de M. Guillet est destinée aux contrôleurs, aux expertises et peut servir dans un très grand nombre de cas ; indiquons par exemple : la reconnaissance des lingots métalliques sur pare, la vérification rapide de la teneur en carbone de barres d'acier, de la teneur en cuivre de lingots en laiton, l'étude sur place de la cassure d'un arbre de machine, etc. **450 fr.**

- 31 Microscope de M. L. Guillet, semblable à celui de la trousse n° 30 (Fig. 10), avec objectif n° 3 et oculaire n° 1 (G. 64) en boîte gainée. . . . . **215 fr.**  
 32 Le même, avec plate-forme à deux déplacements perpendiculaires. . . . . **315 fr.**

### Mesure des Empreintes de Billes

- 33 Microscope (Fig. 11) pour la mesure des empreintes de billes donnant le 1/10<sup>e</sup> de millim. livré avec règle étalon (en boîte gainée). . . . . **75 fr.**  
 34 Le même, donnant le 1/50<sup>e</sup> de millimètre. . . . . **115 fr.**  
 35 Règle divisée sur verre, de M. Le Chatelier. . . . . **18 fr.**

*Règle en métal*

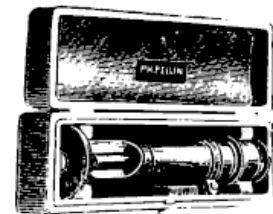


Fig. 11.

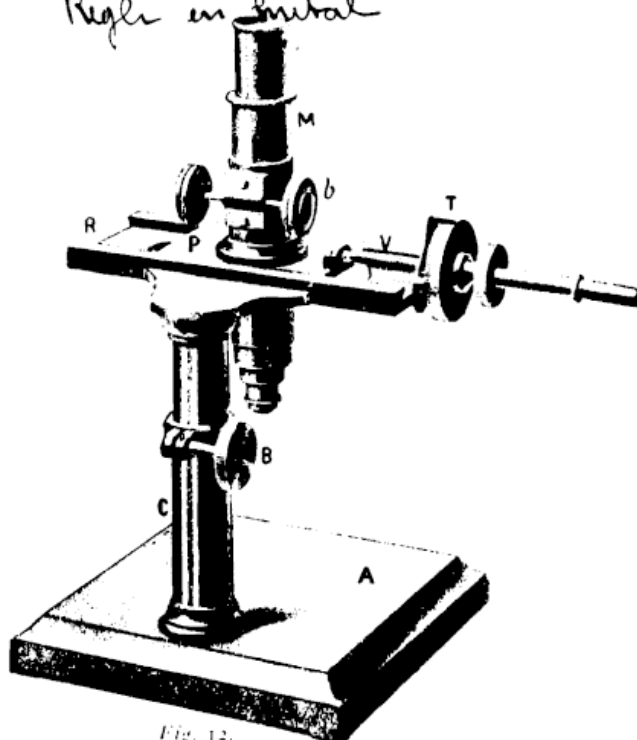


Fig. 12.

- 36 Microscope à chariot micrométrique de haute précision, pour les mesures des empreintes de billes (Fig. 12). . . . . **350 fr.**

Ce dispositif est monté sur colonne C à hauteur variable, un collier de serrage et un bouton B peut l'immobiliser à la position convenable.

La mise au point s'effectue par le bouton b. Les déplacements du chariot P sont lus sur le tambour T et les lectures correspondent au 1/200<sup>e</sup> de millimètre.

Ce microscope est monté sur un pied lourd A assurant à l'appareil une très grande stabilité.

- 37 Marteau de dureté avec pile et interrupteur . . . . . **175 fr.**

Cet appareil est basé sur la méthode dynamique de Brinell, il est destiné aux essais de dureté des lingots métallurgiques ainsi qu'aux divers métaux employés dans l'industrie.

L'appareil (Fig. 13) repose sur un socle en fonte de fer A sur lequel est fixé un

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

valet à fourchette et à ressort l' l' destiné à maintenir en position l'échantillon à essayer.

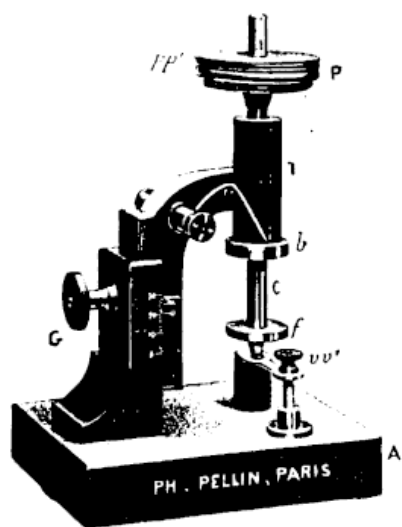


Fig. 13.

Une glissière *G* à queue d'aronde se déplace verticalement permettant de faire varier la hauteur de chute : ces déplacements sont lus sur une division à 1 mm de millimètre près. Cette glissière supporte un bras percé dans sa hauteur d'un trou cylindrique *T* dans lequel coulisse librement, mais sans jeu, une tige d'acier *C*. La partie *T* se termine par un électro annulaire *b* relié à l'une des bornes visible sur la figure. La tige *C* supporte un plateau *P* destiné à recevoir une série de poids dont les charges permettent toutes variations d'empreintes au choc. A la partie inférieure de cette tige est fixé un fer doux *f* qui a pour but de faire coller tout le système de la tige lorsqu'on ferme le courant d'une pile sur l'électro *b* ; au-dessous du fer doux *f* se trouve placée dans une monture la bille d'acier de 2 millimètres 5 de diamètre.

A l'aide d'un commutateur fixé sur le socle *A*, il sera facile de couper le courant entre *b* et *f*, la tige formant marteau se trouvera ainsi libérée et retombera sur l'échantillon faisant à l'aide de la bille une empreinte dont le diamètre pourra varier selon la dureté de l'échantillon et des poids dont on se sera servi.

### Machines à polir les métaux

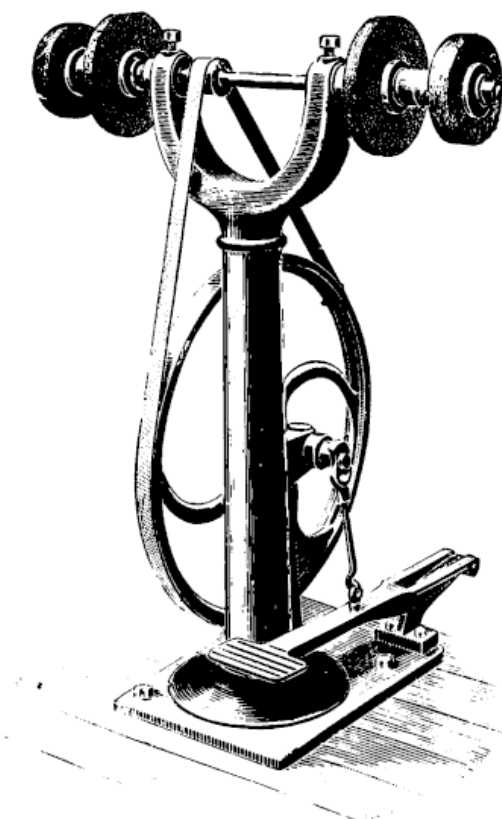


Fig. 14.

**38 Machine à polir les métaux**, marchant au pied (Fig. 14). Hauteur totale, 1 m.; longueur de l'arbre, 0<sup>m</sup>80 ; poids 100 kgs. **330 fr.**

**39 Machine à polir les métaux**, marchant par transmission (Fig. 15). Hauteur, 37 cm. Longueur de l'arbre, 85 cm. Poulies, 80<sup>m</sup> — 65<sup>m</sup> . . . . . **300 fr.**

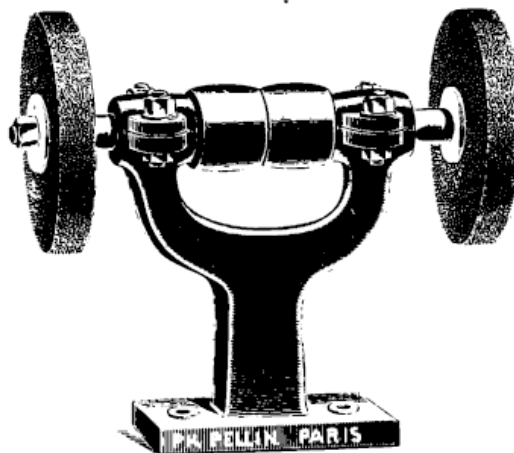


Fig. 15.

**40 La même**, montée sur banc de tour, . . . . . **330 fr.**

Ces machines sont livrées avec les accessoires suivants :

6 disques en bois pour buffe, 2 disques en feutre, 3 meules en carborundum, 1 meule en électrite.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

**Machine électrique à courant continu, pour polir les métaux, montée sur table en chêne (Fig. 16).**

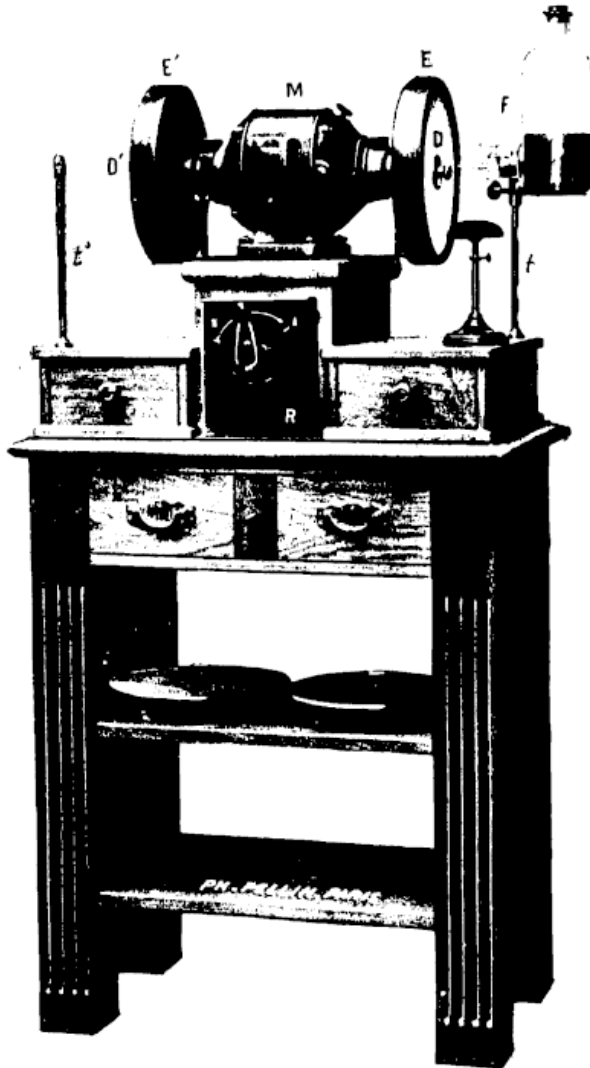


Fig. 16.

Cette machine se compose d'un moteur électrique *M* fonctionnant sous courant continu et réglable par rhéostat de démarrage et de réglage *R* ; ce rhéostat permet d'obtenir toutes les variations de vitesse du moteur.

L'axe de l'induit du moteur est prolongé des deux côtés de façon à pouvoir fixer très facilement les meules, les disques en feutre comprimé, les disques de polissage, etc. Deux recouvrements *E E'* servent à garantir l'opérateur contre les projections de liquide ; ce dernier est recueilli dans des cuvettes placées à cet effet sur le bâti des tiroirs. Sur la table se trouvent deux tiges *f f'* destinées à recevoir le flacon *F* ; une armature dont on peut faire varier la hauteur reçoit le flacon, un robinet de barrage règle le débit du liquide qui coule par un tube capillaire.

Cette machine est livrée avec les accessoires suivants :

- 1 meule en carborundum.
- 1 meule électrite.
- 1 disque en bois croisé recouvert de drap spécial pour polissage.
- 1 disque en feutre comprimé.
- 1 support pour la main de l'opérateur (visible sur la figure).
- 1 flacon *F*.
- 2 cuvettes 13 - 18.

(A la commande, prière de nous indiquer le voltage dont on dispose.)

**41 Machine à polir (Fig. 16.)**

**675 fr.**

**42 La même, avec moteur électrique pour courant alternatif. 745 fr.**

**43 Petite machine portable pour polir les métaux. (Fig. 17.)**

Cette petite machine est constituée par un moteur électrique *M* mobile autour de l'axe *C* de façon à pouvoir travailler soit horizontalement, soit verticalement soit incliné. L'arbre de l'induit est prolongé en *f* pour recevoir les meules ou les disques de polissage ; enfin un recouvrement de protection semblable à celui de la machine n° 41 empêche toute projection de liquide sur l'opérateur. . . . . **180 fr.**

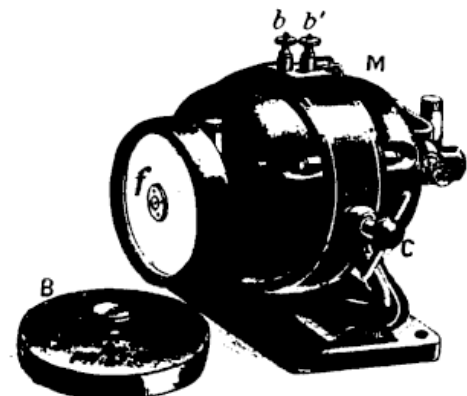


Fig. 17.

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

## SPECTROSCOPIE - COLORIMÉTRIE

### 44 Spectroscopie à vision directe. Grand modèle. . . . . 275 fr.

Cet appareil (*Fig. 18*) se compose 1<sup>o</sup> d'un collimateur à objectif de 180 mm de distance focale portant une fente mobile *F* avec prisme de comparaison : 2<sup>o</sup> d'un prisme à vision directe *P* dont on peut au moyen du bouton *G* amener l'arête réfringente parallèle à la fente *F* et placer l'image réfléchie du micromètre *M* à hauteur convenable, soit au milieu, soit à la partie supérieure du spectre observé : 3<sup>o</sup> d'une lunette à objectif de 180 mm de distance focale, mobile autour d'un axe vertical au moyen d'un arc de cercle denté *R* et d'un pignon *r*.

La lunette micrométrique possède aussi un déplacement horizontal au moyen d'un arc de cercle denté *R'* et d'un pignon *r'*, de manière à permettre d'amener une division quelconque de l'échelle en coïncidence avec une raie spectrale déterminée. Un bec de gaz *B* éclaire l'échelle transparente.

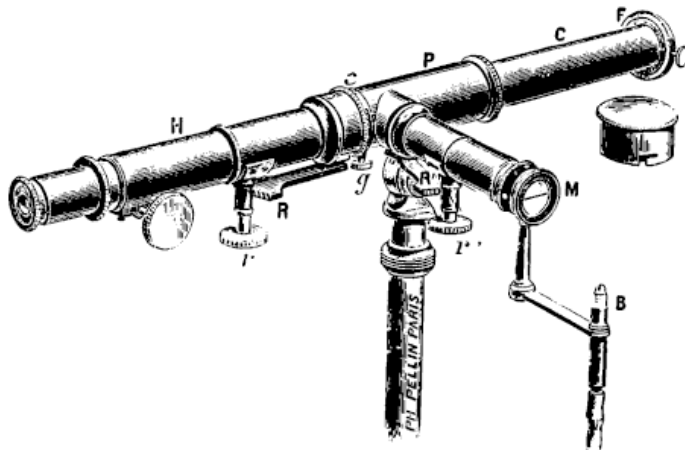


Fig. 18.

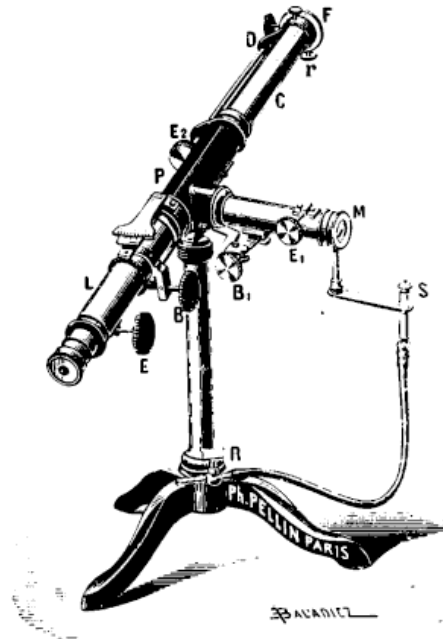


Fig. 19.

### 45 Spectroscopie à vision directe à grande et moyenne dispersion. modèle perfectionné de M. Cornu . . . . . 350 fr.

Dans ce modèle (*Fig. 19*) le collimateur est monté à baïonnette sur le support porte-prisme, un verrou assure sa position ; on peut ainsi facilement mettre un ou deux prismes sans dérégler l'appareil. Les mouvements de rotation de la lunette et du micromètre se font au moyen de vis tangentielles, ce qui donne à l'appareil une grande sensibilité et une stabilité absolue.

(M. DE GRAMONT s'est servi de ce modèle pour ses Etudes sur l'analyse spectrale directe des métaux.)

### 46 Le même, avec dispositif de M. Berget pour faire mouvoir la fente à distance. . . . . 410 fr.

### 47 Spectroscopie à vision directe, pour métallurgiste, disposé pour être tenu à la main, avec collimateur et lunette d'observation. . . . . 70 fr.

### 48 Le même, monté sur genou, colonne et pied. . . . . 100 fr.

### 49 Le même, avec prisme à grande dispersion, oculaire à bascule, au moyen d'un excentrique pour l'observation du spectre dans toute son étendue. . . . . 150 fr.

### 50 Spectroscopie de métallurgiste, dit modèle de poche, avec fente variable . . . . . 35 fr.

## Colorimètres

Les Colorimètres sont des appareils destinés à mesurer l'intensité de coloration des liquides vus par transparence ou à comparer l'intensité réfléchissante de matières colorantes observées par réflexion sous différentes incidences.

Ils peuvent servir pour les analyses exactes et rapides, toutes les fois qu'on peut obtenir une liqueur-type ayant une coloration suffisamment stable pendant la durée des analyses.

### DESCRIPTION DES COLORIMÈTRES J. DUBOSCQ et Ph. PELLIN

Les anciens colorimètres ne présentaient pas simultanément à un même œil les deux teintes qu'il fallait comparer ; or, comme nos deux yeux ont très rarement la même sensibilité pour les

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

mêmes couleurs, il en résultait de grandes divergences pour les différents observateurs dans les évaluations colorimétriques.

Nos *colorimètres* présentent simultanément à un seul œil deux espaces en contact éclairés chacun par la même source de lumière qui a traversé les colonnes liquides à comparer, ce qui rend les comparaisons extrêmement faciles et d'une grande sûreté.

Ce dispositif a été imaginé par JULES DUBOSQ, en 1854.

Un miroir à deux surfaces M, porté par le socle de l'instrument et qu'on peut incliner à volonté, permet d'éclairer également par de la lumière réfléchie ou diffusée, les deux liquides qu'il s'agit de comparer, contenus dans deux *godets* CC', à axe vertical, dont le fond est fermé par une glace plane. Afin de faire varier à volonté l'épaisseur des colonnes liquides que la lumière doit traverser, on a placé dans les récipients CC', deux *plongeurs cylindriques* TT', composés de deux cylindres massifs en verre avec les faces supérieure et inférieure, planes et parallèles.

Ces deux *plongeurs* peuvent être amenés avec leur face inférieure en contact avec le fond en glace des récipients à liquide CC', ce qui donne le zéro, et ils peuvent en être éloignés plus ou moins, en faisant glisser les godets dans deux glissières verticales de la platine fixée sur le socle de l'instrument. Une graduation en millimètres et vernier au 1/10<sup>e</sup> permet de mesurer avec précision la quantité dont on déplace les godets CC'.

Des verres colorés identiques peuvent être employés pour modifier au besoin la teinte du liquide à étudier.

Il est facile de comprendre que les deux *godets* CC', contenant l'un du *liquide à étudier*, l'autre de la *dissolution normale*, on en pourra faire passer telle épaisseur qu'on voudra entre les fonds des récipients et les bases des plongeurs, en déplaçant les godets de haut en bas ou en sens contraire.

Au-dessus des deux plongeurs, se trouvent deux *parallélépipèdes* en crown destinés à recevoir les faisceaux de lumière qui sortent des plongeurs et à les ramener au contact par deux réflexions intérieures. Les deux faisceaux en contact sont observés ensuite au moyen d'une petite lunette située au-dessus des *parallélépipèdes* réflecteurs.

### Réglage. — Manière d'opérer

Quand on veut faire une *comparaison colorimétrique*, on commence par régler le *miroir* en regardant à travers la lunette, on oriente l'appareil et on fait tourner le miroir de manière que les deux moitiés du champ circulaire qu'on voit paraissent *d'égale intensité*. Il est bien entendu que, pour cette première opération, les *godets* doivent être vides, parfaitement nettoyés. On verse ensuite les solutions dans les *godets*.

On descend alors le *godet* du côté de la *solution normale*, de manière à donner à cette solution une *épaisseur déterminée* entre le fond du *godet* et la base du plongeur. On voit s'assombrir la moitié du champ visuel qui correspond à la liqueur normale, tandis que l'autre moitié demeure lumineuse et incolore. Si l'on déplace à son tour le *second godet*, on peut ramener facilement les deux moitiés du champ à la *même intensité*. Il ne reste plus qu'à lire sur les échelles les *hauteurs des deux couches liquides* douées d'un égal pouvoir d'absorption, pour en déduire la proportion de matière colorante contenue dans le liquide soumis à l'essai.

Si la solution normale est trop foncée par rapport à l'autre, l'égalisation lumineuse du champ peut devenir impossible attendu qu'on ne peut pas augmenter l'épaisseur de la couche à comparer au delà de ce que permet la course du *godet*. Il faut alors amincir la couche de liqueur normale, en remontant le *godet* jusqu'à ce qu'on obtienne un éclaircissement uniforme.

Pour une même teinte des deux demi-disques, les colorations propres des deux solutions sont en raison inverse des hauteurs qu'on a dû donner aux colonnes liquides de ces dissolutions.

Supposons que les chiffres lus sur l'échelle, soient :

Pour la liqueur normale.	45	
Pour la liqueur à essayer.	15	
Coloration de la liqueur à essayer	hauteur de la liqueur normale	45
Coloration de la liqueur normale	hauteur de la liqueur à essayer	15

$= 3$

c'est-à-dire que la coloration normale étant 1, celle du liquide est 3 et *proportionnelle à la quantité de matière dissoute dans le même volume*.

Supposons que la liqueur normale contienne 4 cc. de matières colorantes dans 100 cc., la liqueur à essayer contiendra  $4 \times 3$  soit 12 cc. dans 100 cc.

Ce colorimètre peut être éclairé, soit par la lumière naturelle du ciel, ce qui est toujours préférable, soit par une lumière artificielle, la lumière monochromatique même, comme M. LOUIS D'HENRY l'a indiqué pour obtenir le titre alcalimétrique d'un jus déféqué et saturé, en opérant par

Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.

la méthode ordinaire du tournesol. Dans ce cas, il faut placer la lumière artificielle à 60 centimètres environ du pied de l'instrument.

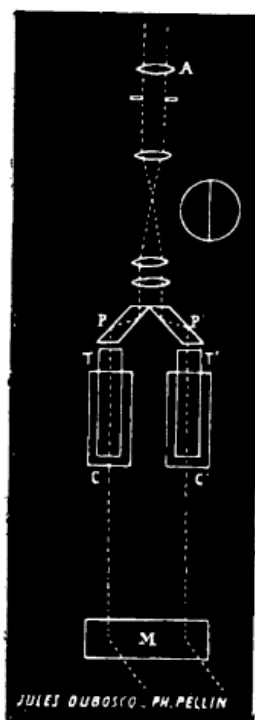


Fig. 20.

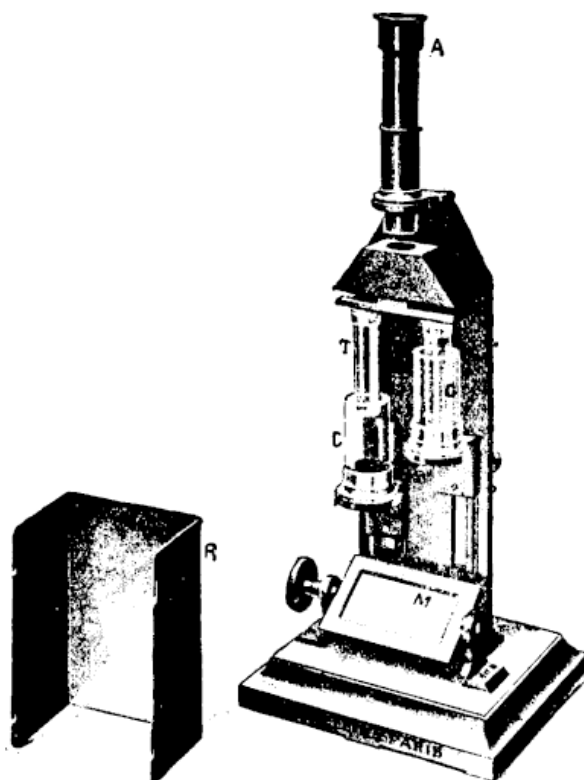


Fig. 21.

#### Méthode Colorimétrique pour le dosage du carbone combiné dans les aciers (Procédé d'Eggertz).

Lorsqu'on traite un fer carburé par l'acide azotique, avec certaines précautions, la totalité du carbone combiné se dissout ; la solution offre alors une coloration dont l'intensité est en raison directe de la quantité de carbone dissous.

C'est sur ce fait que repose la méthode colorimétrique imaginée par EGGERTZ.

Cette méthode est exposée par M. RAOUL JAGNAUX dans son livre *Analyse chimique des substances commerciales minérales et organiques* (BAUDRY et Cie, ÉDITEURS) ; les appareils nécessaires sont les suivants :

- 1<sup>o</sup> Deux tubes à essai d'environ 100 millimètres de longueur et de 10 millimètres de diamètre.
- 2<sup>o</sup> Deux éprouvettes de 12 millimètres environ de diamètre intérieur et de 275 millimètres de hauteur, graduées de bas en haut en dixièmes de centimètres cubes. La capacité de ces éprouvettes doit être de 30 centimètres cubes. Il est important que le diamètre intérieur et l'épaisseur des parois de ces éprouvettes soient exactement les mêmes.

- 3<sup>o</sup> Un Acier normal dont la teneur en carbone combiné soit exactement connue.

On pèse 0 gr. 10 de l'acier normal et de l'acier à essayer ; on fait tomber chacun de ces échantillons dans un tube à essai et on verse quelques gouttes d'acide azotique de densité 1, 2 et exempt de chlore.

Lorsque l'effervescence est terminée, on ajoute encore de l'acide azotique goutte à goutte, jusqu'à ce qu'une nouvelle addition ne produise plus d'effervescence, ce qui a lieu lorsqu'on a employé un quart ou un demi-centimètre cube d'acide. On place les deux tubes dans un creuset de porcelaine ou dans un gobelet en verre à l'abri de la lumière solaire directe, et on remplit le vase avec de l'eau que l'on maintient à une température de 80°. Au bout de quelques instants, on verse encore dans les tubes de petites quantités d'acide, les flocons noirs en suspension se dissolvent peu à peu en produisant un dégagement de gaz.

Il faut ordinairement de deux à trois heures pour que la solution soit achevée : les particules noirâtres qui flottent encore dans le liquide sont constituées par du graphite. On agite et on examine s'il se dégage encore des bulles de gaz. S'il ne se dégage aucune bulle, on refroidit les tubes en les plongeant dans l'eau froide ; on verse d'abord la solution de l'acier normal dans l'une des éprouvettes graduées, on lave le tube à l'aide de la pissette, on étend le liquide à autant de centimètres

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

cubes que l'acier normal contient de dixièmes pour 100 de carbone combiné. On renverse à plusieurs reprises l'éprouvette fermée par son bouchon, afin de mélanger uniformément le liquide.

Dans la deuxième éprouvette, on verse la solution du fer à essayer, on place les deux éprouvettes à côté l'une de l'autre devant une plaque de porcelaine diaphane et, avec de l'eau, on étend avec précaution le deuxième échantillon jusqu'à ce que les deux liqueurs offrent exactement la même coloration. Le fer soumis à l'essai contient alors autant de dixièmes pour 100 de carbone combiné que la solution renferme de centimètres cubes. Si, par exemple, on a dû, pour obtenir la même coloration, étendre la solution à 8,3 centimètres cubes, la teneur en carbone de l'acier essayé est 0,83 pour 100. Au lieu d'étendre la solution du fer à essayer, on peut se servir du colorimètre qui donne directement les hauteurs des deux liquides correspondants à la même coloration, en appliquant le principe du colorimètre :

*« Pour une même teinte des deux demi-disques, les colorations propres de deux solutions sont en raison inverse des hauteurs qu'on a dû donner aux colonnes liquides de ces dissolutions. »*

On obtient immédiatement la quantité de carbone dissous dans le fer à essayer par rapport au carbone dissous dans l'acier normal.

- 51 Colorimètre perfectionné de Jules Duboscq (Fig. 20 et 21), avec réflecteur articulé, portant d'un côté une surface réfléchissante et de l'autre une surface diffusante (1). 225 fr.  
 52 Le même, pour colonne liquide de 10 cent. 310 fr.  
 53 Le même, pour hauteur liquide de 15 cent. 350 fr.

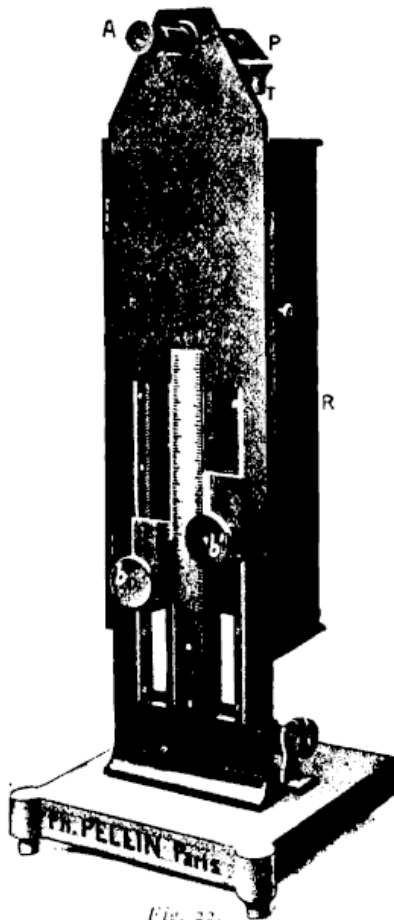


Fig. 22.

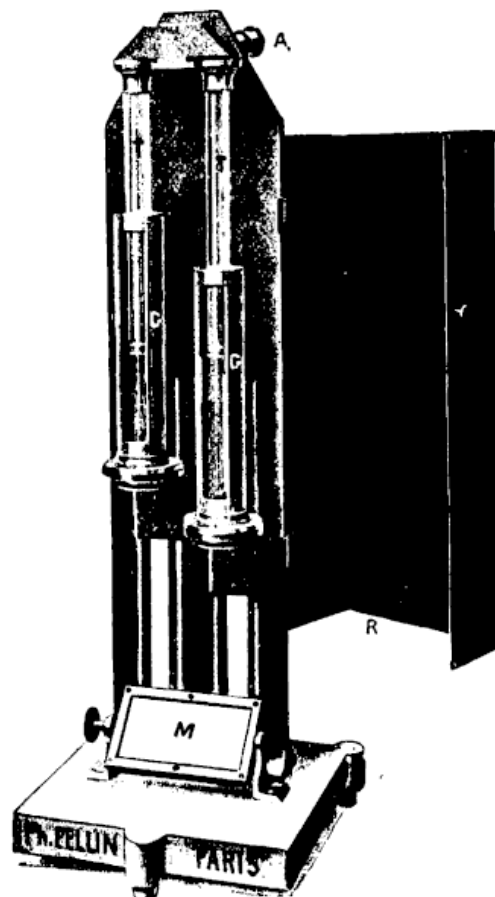


Fig. 23.

- 54 Colorimètre perfectionné de Ph. Pellin avec réflecteur articulé portant d'un côté une surface réfléchissante et de l'autre une surface diffusante (Fig. 22 et 23), hauteur de la colonne liquide 20 cent. 400 fr.  
 55 Le même, pour colonne liquide de 30 cent. 500 fr.  
 56 Le même. — — — 35 — 550 fr.  
 57 Colorimètres Ph. Pellin, à champs concentriques, pour les liquides très faiblement colorés (Modèles brevetés — Notice spéciale).

(1) Ce double réflecteur a été ajouté aux colorimètres par M. PELLIN 1892.

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

## MESURES DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES

- 58 Galvanomètre pyrométrique à lecture directe de M. H. Le Chatelier (Fig. 24), modèle à suspensions (en boîte gainée). . . . . 225 fr.**  
**59 Galvanomètre pyrométrique à lecture directe de M. H. Le Chatelier monté à pivots (en boîte gainée). . . . . 225 fr.**

Le galvanomètre pyrométrique à lecture directe est un instrument robuste, destiné à être employé dans les laboratoires industriels (Fig. 24).

Il se compose d'un aimant en acier au tungstène logé dans le socle de l'appareil (un centrage précis de l'armature cylindrique permet d'obtenir un champ circulaire très uniforme), d'un cadre mobile et d'une suspension. Le fil qui est en communication avec la masse et qui constitue un pôle, sert de support au cadre mobile; il sert également de conducteur, étant réuni à l'une des extrémités de la bobine. L'autre extrémité du fil du cadre est isolée de la masse et constitue le second pôle de l'appareil.

Le cadre tend, sous l'action du courant du couple, à se mettre dans un plan perpendiculaire à celui de l'aimant, la torsion du fil de suspension s'oppose en partie à l'action du courant et ce cadre s'arrête dans une position d'équilibre de la zone du courant et de la valeur du couple de torsion.

L'appareil est gradué en millivolts et en degrés de température; une aiguille en aluminium terminée en lame de couteau se déplace sur la double division dont l'échelle totale est établie pour 1.000 ou 1.600 degrés selon qu'on veut employer un couple fer-constantan ou platine — platine rhodié.

Cet appareil peut être installé à n'importe quelle distance du couple thermo-électrique et ses indications ne sont pas sujettes aux influences magnétiques extérieures, grâce au principe de sa construction (cadre mobile en champ magnétique permanent).

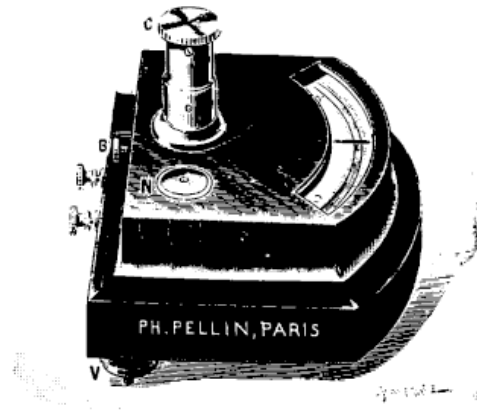


Fig. 24.

### RÉGLAGES

#### 1° Galvanomètres à suspensions

Régler l'horizontalité de l'appareil en agissant sur les vis calantes I' I'' (dont une, I', visible sur la figure 24) du socle de manière que la bulle d'air du niveau N soit centrée.

Rendre l'équipage libre au moyen du bouton B, amener l'aiguille au zéro au moyen du bouton C qui tourne à centre dans un logement pratiqué à la partie supérieure de l'appareil. La hauteur de l'équipage, et par conséquent de l'aiguille, est réglée une fois pour toutes par le constructeur.

Pour le transport de l'appareil d'un endroit dans un autre, nous recommandons de ne jamais oublier de caler l'équipage mobile à l'aide du bouton B; en négligeant de prendre cette précaution, on risquerait de casser la suspension.

#### 2° Galvanomètres à pivots

Rendre libre l'aiguille par le bouton B.

Remise à zéro : pour effectuer cette opération, il suffira de dévisser le bouchon C, sous lequel se trouve un bouton permettant de ramener l'aiguille au zéro de la graduation de l'échelle.

- 60 Galvanomètre pyrométrique enregistreur et à lecture directe de M. H. Le Chatelier monté avec suspensions (Fig. 25) . . . . . 470 fr.**  
**61 Le même, monté à pivots. . . . . 470 fr.**  
**62 Flacon d'encre pour inscription . . . . . 1 fr. 50**  
**63 Feuilles de papier divisées avec indications horaires pour l'appareil enregistreur Le cent. . . . . 6 fr. »**

Cet appareil est d'une construction identique à celle du précédent; le bâti en aluminium

**Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.**



repose sur un socle en noyer porté par trois vis calantes  $I' I'' I'''$  (dont deux  $I' I''$  visibles sur la figure 25) qui assurent le réglage de l'instrument.

Sous la partie supérieure  $B$  de l'appareil, se trouve un mouvement d'horlogerie à échappement à ancre portant un tambour en aluminium qui reçoit la feuille de papier pour l'enregistrement, ce tambour fait un tour complet en 26 heures et son mouvement d'horlogerie se monte tous les quinze jours.

Une camera actionnée par le mouvement d'horlogerie met en contact pendant 20 à 25 secondes l'encrier porté par l'aiguille du galvanomètre avec le tambour puis s'en éloigne rapidement et sans secousse en raison même de son équilibre. Ce contact a lieu toutes les deux minutes et la figure inscrite sur le papier est une série de points ; trente points sont donc tracés pendant une heure, représentée par 13 millimètres de course du tambour, on a donc un point tous les  $4/10^e$  de millimètre.

Nous ferons remarquer que, sur les conseils et indications de M. LE CHATELIER, nous ne nous servons pas du courant électrique pour l'enregistrement, car nous avons fait toute la partie enregistrante de l'appareil entièrement mécanique, pour éviter

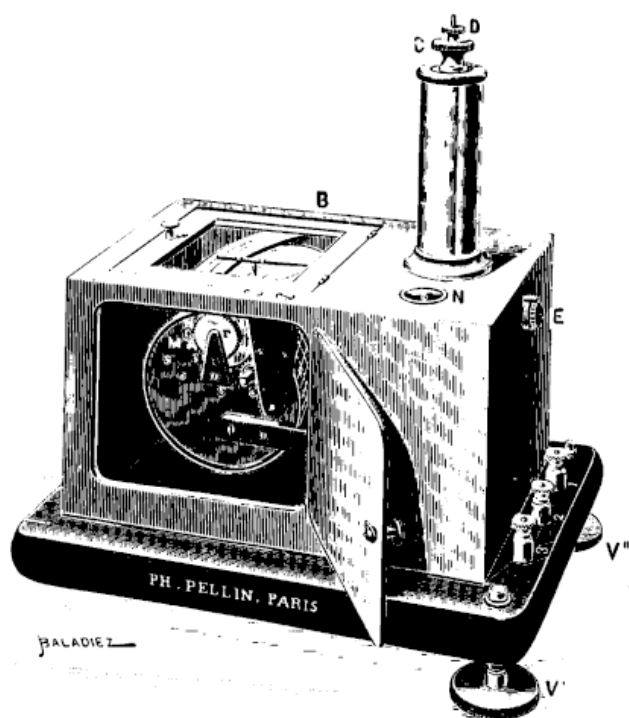


Fig. 25

toute attraction obtenue par des contacts électriques qui développent des courants induits susceptibles de fausser les indications données par le couple thermo-électrique.

L'enregistrement est régulier, sans vibrations au moment et après le contact, et l'appareil est d'un maniement facile. Le réglage de la hauteur de l'aiguille et par conséquent le réglage du contact de l'encrier au tambour (du stylet à la bande d'enregistrement) se fait à l'aide de la tête de torsion  $C D$  supportant tout l'équipage de la bobine ; la hauteur de la suspension est réglable à l'aide du bouton  $D$  ; le bouton  $D$  (Fig. 25) a pour mission de monter ou de descendre la bobine et son aiguille portées par la suspension ; le bouton  $C$  ramène tout l'équipage au zéro. On réglera donc le contact par le bouton  $D$  et le zéro de l'appareil par le bouton  $C$  si l'on a eu à changer la suspension.

**Nota.** — Pour les galvanomètres pyrométriques à lecture directe ou enregistreur, ne pas oublier de spécifier la graduation de l'échelle soit :  $0^{\circ}$ - $1000^{\circ}$  ou  $0^{\circ}$ - $1600^{\circ}$ .

#### Graduation de l'appareil et lecture de l'enregistrement

L'aiguille fixée à la partie supérieure du cadre se meut sur une échelle divisée de  $0^{\circ}$  à  $1000^{\circ}$  ou de  $0^{\circ}$  à  $1600^{\circ}$  pour la course totale de l'échelle suivant que l'on emploie un couple fer-constantan ( $0$ - $1000$ ) ou platine platine-rhodié ( $0$ - $1600$ ).

L'étalonnage et la graduation de ces appareils sont faits par le constructeur. La courbe d'étalonnage est établie en se servant des points de fusion et d'ébullition connus ; on note pour chacun de ces points la déviation de l'aiguille ; puis sur la feuille de papier quadrillé, on porte en abscisses des longueurs égales représentant les divisions de l'échelle, de  $0$  à  $180$  et en ordonnées des longueurs proportionnelles aux températures des métalloges ou métaux observés ; on réunit les points ainsi obtenus par une courbe qui est très sensiblement une droite. L'échelle des températures est gravée sur l'arc de cercle de l'appareil.

#### Exemple de lecture

Supposons le couple relié aux bornes de l'appareil de l'aiguille du galvanomètre en équilibre à la division 120 par exemple, sur la feuille d'étalonnage nous cherchons la ligne des abscisses la

Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.

division 120 et nous voyons à la ligne des ordonnées que cette division 120 correspond à 600 degrés par exemple.

Cette lecture est exactement la même pour la feuille d'enregistrement du tambour ; cette feuille est divisée verticalement en 18 parties correspondant aux 180 divisions de l'échelle de l'appareil, et horizontalement en 24 arcs de cercles portant des chiffres romains, l'intervalle d'un arc à un autre correspond à une heure de temps ; les deux chiffres de I à XII représentent un enregistrement de 24 heures (jour et nuit). La lecture d'un point se fait donc comme précédemment ; supposons en effet un point marqué sur l'arc de cercle VIII, ce point correspond sur la ligne verticale à la division 120 par exemple, nous savons que la division 120 de l'échelle correspond à la température 600° ; nous pouvons donc dire que la température enregistrée à 8 heures du matin était de 600 degrés.

Le galvanomètre pyrométrique enregistreur peut également fonctionner à lecture directe ; il suffit pour cela d'arrêter le mouvement d'horlogerie (en tournant le bouton H, Fig. 25) sur l'indication arrêt.

### Réglage de l'appareil

- 1° Installer l'appareil sur une table bien stable.
- 2° Régler l'horizontalité de l'appareil au moyen des vis calantes V V' en amenant la bulle d'air du niveau N à être bien centrée.
- 3° Mettre la feuille de papier : Dévisser le bouton qui est à l'intérieur du tambour, sortir le tambour de son axe, enrouler le papier suivant les indications inscrites sur chaque feuille, remettre le tambour en place en le faisant tourner sur lui-même de manière à le mettre à l'heure, l'encier servant d'index ; remettre le bouton et fixer le tambour.
- 4° Mettre de l'encre dans l'encier porté par l'aiguille. (On devra remplir cet encier environ tous les cinq jours).
- 5° Monter le mouvement d'horlogerie.
- 6° Rendre libre l'aiguille en tournant le bouton E, amener l'aiguille à zéro, à l'aide du bouton C.
- 7° Mettre en marche le mouvement d'horlogerie en tournant le bouton H sur la lettre M : marche (A = arrêt).

**Nota.** — Quand on change le papier, il faut arrêter le mouvement d'horlogerie ; il faut aussi caler l'aiguille en tournant le bouton E.

Le réglage des galvanomètres à pivots s'effectue comme le n° 50.

- |   |                |
|---|----------------|
| <b>64 Galvanomètre enregistreur</b> , à inscriptions automatiques sur papier continu (Fig. 26) à suspensions. . . . . | <b>820 fr.</b> |
| <b>65 Le même</b> , en boîte gainée . . . . .   | <b>850 fr.</b> |
| <b>66 Le même</b> , monté à pivots. . . . .   | <b>820 fr.</b> |
| <b>67 Le même</b> , monté à pivots en boîte gainée. . . . .   | <b>850 fr.</b> |
| <b>68 Ruban encreur</b> (Pièce). . . . .  | <b>1 fr.</b>   |
| <b>69 Magasin de papier</b> , avec indications horaires (rouleaux pour trois mois). . . . .                           | <b>16 fr.</b>  |

Cet appareil est basé sur le même principe que le précédent ; la partie électrique spécialement étudiée est du type d'Arsonval, nous avons cherché à atteindre une extrême sensibilité jointe à une apériodicité aussi parfaite que possible, conditions indispensables pour l'obtention d'un diagramme exact.

La partie mécanique de cet enregistreur est également très simple : un robuste mouvement d'horlogerie de précision entraîne un magasin de papier susceptible de recevoir l'enregistrement pendant trois mois ; un ruban sans fin spécialement préparé sert de rouleau encruteur, il est entraîné sur deux petits tambours par le mouvement d'horlogerie et se meut perpendiculairement à la bande d'enregistrement, enfin une bascule convenablement réglée dépendant aussi du mouvement d'horlogerie fait appuyer sur la bande d'enregistrement à des intervalles déterminés (toutes les minutes) un stylet porté par l'aiguille du galvanomètre.

Nous ferons remarquer que tous les organes de la partie mécanique sont actionnés par un seul mouvement d'horlogerie, ce qui assure à ces organes un réglage et une marche toujours identiques.

### Mise en marche de l'appareil

Installer l'appareil sur une table bien stable ou sur un pilier en maçonnerie, régler l'horizontalité de l'instrument au moyen des vis calantes V V' (Fig. 26) en amenant la bulle d'air du niveau N à être bien centrée ; rendre libre l'aiguille du galvanomètre en tournant la manivelle F sur l'indication LIBRE ; pour caler l'aiguille, sur l'indication BLOQUÉ.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

### Réglage de la partie électrique

1<sup>re</sup> Pour les galvanomètres à pivots, le même que n<sup>os</sup> 59 et 61.

2<sup>re</sup> Pour les galvanomètres à suspensions.

Le réglage de la hauteur de l'aiguille, et par conséquent de la hauteur du stylet à la bande d'enregistrement, se fait à l'aide de la tête de torsion *C D* semblable à celle du galvanomètre précédent (n<sup>o</sup> 58, Fig. 25).

Régler la pointe du stylet à environ 1 mil. 1/2 de la bande d'enregistrement en dévissant le capuchon qui recouvre le bouton *D* (non visible sur la figure). Ce réglage fait par le constructeur peut être revu au moment de la mise en marche de l'instrument. Les suspensions sont en fil de platine et peuvent être remplacées sur place : deux longueurs de suspension étalonnées sont livrées avec l'appareil. Pour changer la suspension, enlever le recouvrement *R*.

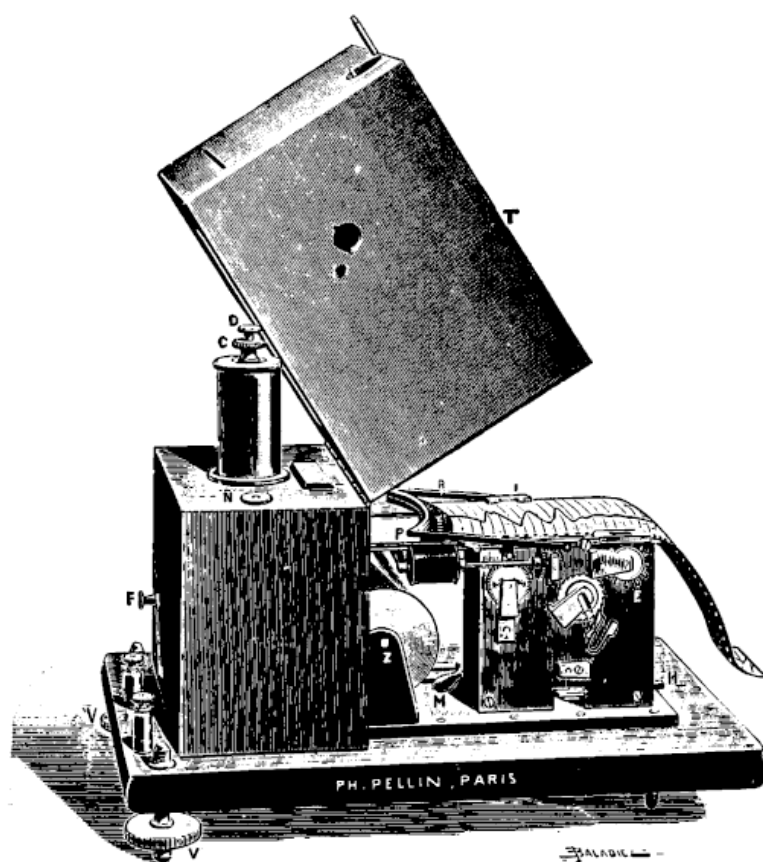


Fig. 26.

### Réglage de la partie mécanique.

Ouvrir le recouvrement *T* ; pour cela tourner la manivelle *F* sur l'indication « Bloqué » (le recouvrement ne peut s'ouvrir qu'à cette seule condition ; en négligeant de prendre cette précaution, on risquerait de détériorer l'appareil en for-

çant), monter le mouvement d'horlogerie, mettre la bande d'enregistrement à l'heure en tournant le bouton *E* dans le sens des aiguilles d'une montre pour faire avancer cette bande, l'index *I* se trouve toujours en avance de six heures sur le point tracé par l'aiguille du galvanomètre. Puis mettre en marche le mouvement d'horlogerie en poussant le taquet *H* de gauche à droite, fermer le recouvrement *T* et tourner la manivelle *F* sur l'indication *Libre*.

(Le remontage et la mise en marche du mouvement d'horlogerie peuvent être pratiqués de l'extérieur ; des ouvertures sont spécialement ménagées à cet usage dans les parois du recouvrement.)

Le mouvement d'horlogerie se remonte tous les quinze jours.

**Changement du ruban encreur.** Arrêter le mouvement d'horlogerie et ouvrir le recouvrement de l'appareil en prenant les précautions indiquées précédemment, lever d'arrière en avant la bascule *B* d'abord, desserrer la manivelle *M* et tirer en avant toute la partie mécanique qui coulisse entre deux glissières, relever enfin la plaque *P*, couper alors le ruban usagé avec des ciseaux, et mettre un ruban neuf. Rabattre ensuite la plaque *P*, pousser à fond la partie mécanique, serrer la manivelle *M*, abaisser enfin la bascule *B*. Fermer le recouvrement et mettre en marche le mouvement d'horlogerie.

**Changement du magasin de papier d'enregistrement.** — Même opération que pour changer le ruban encreur ; retirer la monture de l'ancien magasin en dévissant le bouton de l'axe *Z*, mettre le nouveau, faire passer la bande sous le ruban encreur, rabattre la plaque *P*, engager les trous dans la roue dentée, mettre à l'heure, à l'aide du bouton *E*, pousser la partie mécanique, rabattre la bascule *B*, fermer le recouvrement. L'étalonnage de l'instrument et la lecture de l'enregistrement se font comme avec l'appareil précédent (n<sup>o</sup> 60, Fig. 25).

Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.

## Couples

**70 Couple thermo-électrique** en Platine et Platine Rhodié 10 o/o, le mètre environ. ~~32~~ fr.  
Ce prix de 91 francs le mètre est approximatif, il varie selon le cours du platine.

Il faut toujours demander une réserve de couple d'environ 30 centimètres; la canne est disposée pour la recevoir.

**71 Canne en nickel**, avec manche en bois, disposée pour recevoir le couple qui est maintenu isolé par des cylindres en terre réfractaire (Fig. 27). Longueur de 1 mètre. . . . . 65 fr.  
Par 50 centimètres en plus. . . . . 15 fr.



Fig. 27.

**72 Tubes en porcelaine** pour coiffer et protéger la torsade et la soudure du couple.  
Pièce . . . . . 0 fr. 60  
**73 Tubes en porcelaine** chaussant sur la canne, longueur 10 centimètres (pièce). 4 fr. 20  
**74** — — — — — 30 — — 6 fr. 50  
**75** — — — — — 50 — — 15 fr. »  
**76** — — — — — 1 mètre 25 fr. »  
**77 Tubes en silice fondue** chaussant sur la canne, longueur 30 centimètres (pièce). 13 fr. »  
**78** — — — — — 50 — — 18 fr. »  
**79** — — — — — 75 — — 25 fr. »  
**80** — — — — — 1 mètre 33 fr. »

**81 Dix mètres câble souple** pour relier les bornes de la canne aux bornes du galvanomètre. . . . . 8 fr. »

**82 Couple isolé et enfermé dans un tube en nickel** avec presse-étoupe et pas fileté disposé pour être vissé sur une conduite en fonte.

On doit donner le diamètre intérieur de la tubulure de la conduite (Fig. 28).

Prix variables suivant la longueur et les dimensions du presse-étoupe.

**83 Cannes spéciales** pour les hauts fourneaux avec poignées à circulation d'eau et correction de température.

Prix variable suivant les dimensions.

Le couple thermo-électrique adopté par M. LE CHATELIER est le couple platine et platine rhodié à 10 o/o. La jonction des fils est faite par une torsade dont l'extrémité est soudée à la soudure autogène obtenue par la fusion du platine au moyen du chalumeau oxyhydrique. Ce point de fusion permet de régler la marche de l'aiguille du galvanomètre et de déterminer le point de l'échelle correspondant à 1780°.

Les fils du couple sur toute la longueur sont isolés par des cylindres en terre réfractaire, percés parallèlement, dans le sens de la longueur, de deux trous de 1 millimètre, à travers lesquels on fait passer les fils; ces cylindres sont renfermés dans une canne en nickel; la soudure dépasse les isolants et la canne en nickel qui les contient de 5 centimètres environ; de petits tubes en porcelaine servent à protéger cette soudure.

L'autre extrémité de la canne en nickel porte une poignée en bois sur laquelle se trouvent extérieurement les bornes de prise de courant et intérieurement deux pinces qui limitent la longueur du couple ainsi que deux poulies sur chacune desquelles est enroulée une longueur supplémentaire de fils de couple, ce qui permet d'en faire sortir une nouvelle quantité en cas d'avarie de la soudure.

Lorsque le couple thermo-électrique doit être placé à demeure dans un courant d'air chaud, on le dispose de la manière suivante :

La soudure, les fils du couple isolés par une torsade d'amiante sont placés dans un tube en nickel A, fermé à une de ses extrémités de manière à éviter toute action oxydante ou réductrice; ce tube porte à une distance convenable, du côté de l'extrémité ouverte, une bague en fer B qui est maintenue dans un presse-étoupe C qu'on peut fileter extérieurement et fixer sur la tubulure fileté D de la conduite d'air chaud E.

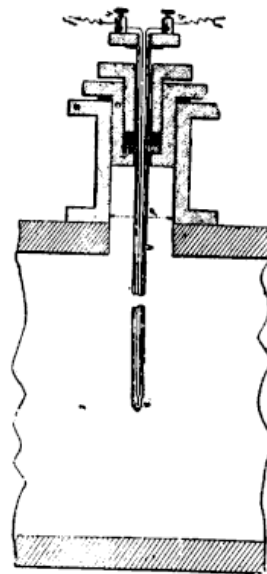


Fig. 28.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

Les extrémités du couple constituant les pôles sont réunies à deux bornes  $b$   $b'$  mises en communication avec un câble aux bornes du galvanomètre.

On peut disposer ainsi un certain nombre de couples en divers points d'une conduite d'air chaud et les réunir successivement au moyen d'un commutateur au galvanomètre, pour connaître les températures aux divers points correspondants de la conduite.

## Mesures des températures ne dépassant pas 800°

Dans certaines industries, les températures à mesurer ne dépassent pas 800° ; pour la mesure de ces températures, nous conseillons d'employer le couple fer-constantan (1) qui possède tous les avantages du couple platine-platine rhodié et qui coûte bien moins cher que ce dernier. Nous ferons remarquer que le type unique de galvanomètre à lecture directe fonctionne aussi bien avec l'un ou l'autre de ces couples ; dans le cas du couple platine-platine rhodié, la graduation en température de l'appareil est de 0° à 1600° pour toute l'échelle, tandis qu'avec le couple fer-constantan la graduation totale de l'échelle est donnée pour 0° à 800°.

La construction du galvanomètre enregistreur a été étudiée d'une manière spéciale pour assurer un bon fonctionnement de l'appareil, soit qu'on emploie l'un ou l'autre de ces couples.

**84 Couple thermo-électrique** en fer-constantan avec **canne en acier** (même disposition intérieure que pour les couples précédents) :

Longueur : 1 mètre. . . . . **50 fr.**  
Par 50 centimètres en sus. . . . . **10 fr.**

*Tous les couples thermo-électriques sont étudiés et livrés avec leur courbe d'étalonnage indiquant les forces électromotrices en fonction des températures.*

**85 Tubes en porcelaine** pour coiffer et protéger la torsade et la soudure du couple. — Voir nos **72 à 76.**

**86 Couple thermo-électrique** en Nickel-Constantan sans canne et non étalonné.  
Le mètre. . . . . **3 fr.**

**87 Le même**, avec courbe d'étalonnage. . . . . **10 fr.**

## Commutateurs pour emploi de plusieurs couples sur un même galvanomètre

**88 Commutateurs** à main de 1 à 4 directions . . . . . **35 fr.**

**89 Le même** — de 1 à 8 — . . . . . **58 fr.**

**90 Le même** de 1 à 12 . . . . . **75 fr.**

**91 Commutateur automatique** conduit par un mouvement d'horlogerie :  
de 1 à 4 directions . . . . . **230 fr.**

**92 Le même**, conduit par un mouvement d'horlogerie : de 1 à 8 directions . . . . . **260 fr.**

**93 Le même**, — de 1 à 12 — . . . . . **290 fr.**

## Pyromètres de M. Ch. Féry

### APPAREIL DE LABORATOIRE

**94 Lunette Pyrométrique** avec objectif en spath fluor. . . . .  
**Galvanomètre de M. Ch. Féry** à aiguille indicatrice et à miroir . . . . . **625 fr.**  
**Fil souple** avec attaches. . . . .

**95 Pied à trois branches** avec embase spéciale pour recevoir la colonne de lunette. **25 fr.**

*Echelle pour les lectures.* . . . . **70 fr.**

*Courbes de température* de 0° à 4000° . . . . . **25 fr.**

**96 Lunette Pyrométrique** avec objectif en spath fluor sans accessoires ni galvanomètre . . . . . **350 fr.**

Le réticule d'une lunette, dont l'objectif est en fluorine (2) est formé par deux lames étroites extrêmement minces de fer et de constantan soudées à leur point de croisement. Ces deux lames sont fixées d'autre part à leurs extrémités sur deux disques de laiton  $C$  et  $D$  (Fig. 20), sur lesquels on vient prendre le courant électrique par les bornes  $b$  et  $b'$ .

(1) Le Constantan est un alliage en parties égales de cuivre et nickel.

(2) Cette matière est très transparente pour toutes les radiations et sa présence n'altère pas sensiblement la composition du rayonnement.

Maison **SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

Ce dispositif permet de pointer facilement sur le corps chaud, tout en étant indépendant des rayonnements parasites latéraux ; en effet, si le tube de la lunette s'échauffe, la température de toutes les soudures du couple s'élève également, sans produire de perturbation dans les indications.

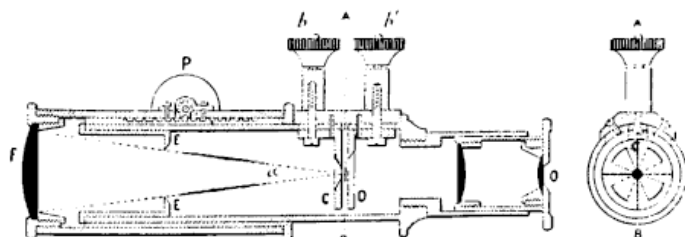


Fig. 29.

pour que les indications soient indépendantes du tirage de la lunette, c'est-à-dire de la distance du corps chaud, un diaphragme *E* est disposé à une distance invariable des lames formant réticule (2). On conçoit facilement que si ce diaphragme est petit, il masque les bords de la lentille, quelle que soit la distance de cette dernière ; l'angle *a* du cône de rayons tombant sur la soudure est donc indépendant du tirage.

La lunette est réunie par des fils souples de résistance constante à un galvanomètre spécial dont les déviations mesurent la puissance du rayonnement.

L'expérience montre que l'absorption pour cent de la fluorine devient constante à partir de 900°, c'est-à-dire que le rapport de la quantité de chaleur absorbée à la quantité de chaleur transmise est constant ; il en résulte qu'une lunette étalonnée à une température supérieure à 900° permet de connaître immédiatement la température inconnue qui correspond à un rayonnement observé.

Soit par exemple 75 millimètres la déviation obtenue sur l'échelle transparente du galvanomètre lorsqu'on pointe un four à 1000°, et 300 millimètres celle due à un corps porté à une température *x*.

La loi de **Stefan** donne immédiatement :

$$\frac{x^4}{(1000 + 273)^4} = \frac{300}{75}$$

d'où  $x = 2547^\circ$  absolus soit  $2274^\circ$  vulgaires.

Il est à remarquer qu'une erreur assez grande sur le rayonnement donne une erreur pour cent beaucoup plus petite sur la température, cette dernière étant proportionnelle à la racine quatrième de la déviation galvanométrique.

Pour éviter tout calcul, une courbe livrée avec l'appareil donne de suite la température vulgaire correspondant à la déviation observée.

La lunette est munie de plusieurs diaphragmes fonctionnant chacun entre des limites de température différentes, ce qui permet, avec un même appareil, de lire commodément des températures comprises entre 800 et 4000° bien que la déviation à cette dernière température soit 250 fois plus grande qu'à 800°.

Le galvanomètre employé est du genre **Depretz-d'Arsonval** et donne 1 mm pour 0 volt 0000004 aux bornes. Sa résistance étant de 10 ohms environ, 1 mm vaut donc 0,04 micro-ampère ; les lectures se font par la méthode du miroir, l'échelle étant placée à 1 mètre.

Un montage spécial permet de bloquer la bobine pendant le transport de l'instrument.

Nous ne dirons rien de plus pour le réglage du galvanomètre qui, malgré son extrême sensibilité, est aussi robuste et aussi facile à manier qu'un **Depretz-d'Arsonval** ordinaire.

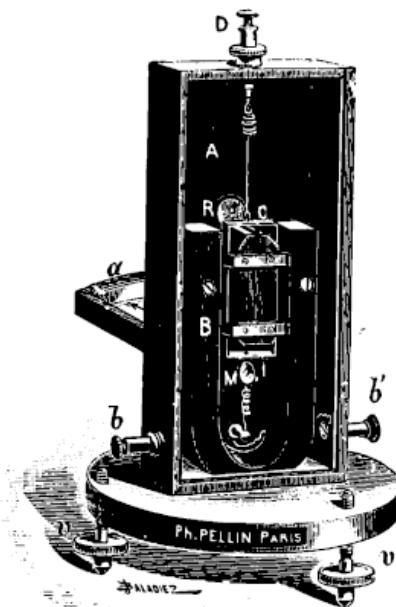


Fig. 30.

(1) Rayonnement calorifique et lumineux de quelques oxydes. CH. FÉRY (Paris, Gauthier-Villars, 1902) et Annales de Chimie et de Physique, mars 1903, 7<sup>e</sup> Série, t. XXVIII.

(2) Voir comptes rendus de l'Académie des Sciences : La mesure des températures élevées et la loi de STÉFAN (28 avril 1902).

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

Ce galvanomètre (*Fig. 30*) est monté dans une cage métallique rectangulaire, dont l'avant est fermé par une glace qui en rend visibles et facilement accessibles toutes les parties. La grande conductibilité calorifique de la cage complètement métallique maintient à une température uniforme toutes les parties du galvanomètre dans le circuit duquel les forces thermo-électriques perturbatrices ne peuvent prendre naissance. Il en résulte une stabilité du zéro qu'on ne peut obtenir dans les modèles ordinaires. On a attribué souvent les déplacements du zéro du galvanomètre de précision à des variations du fil de torsion : nous pensons qu'ils sont dus le plus souvent à la naissance de courants thermo-électriques entre les bornes par exemple, ou aux soudures du fil d'argent formant suspension.

Une tête de torsion *D* permet de monter et de descendre de l'extérieur le cadre *C* et aussi d'amener l'image au zéro : enfin, la verticalité est obtenue au moyen de trois vis calantes vissées dans le pied lourd supportant toute la cage.

## APPAREIL INDUSTRIEL

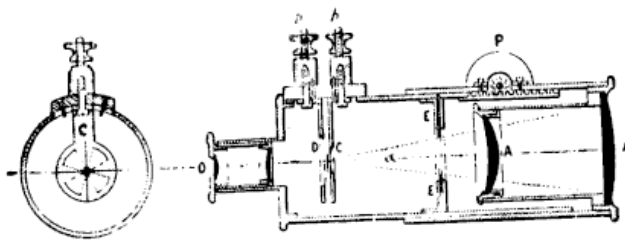
- |  |   |                |
|--|---|----------------|
| <b>97 Lunette Pyrométrique industrielle</b> avec objectif en verre spécial, diaphragme.  | } | <b>420 fr.</b> |
| <b>Galvanomètre Industriel</b> avec division en millivolts et en température . . . . .   |   |                |
| <b>Fil souple</b> avec attaches . . . . .  |   |                |
| <b>98 Pied à trois branches</b> avec embase spéciale pour recevoir la colonne de la lunette. . . . .   |   | <b>25 fr.</b>  |
| <b>99 Lunette pyrométrique industrielle</b> à grande sensibilité avec objectif en verre spécial, diaphragme basculant permettant d'avoir sur le même galvanomètre deux échelles de température : l'une de 500° à 1200 degrés environ, l'autre de 600° à 1000 degrés environ. . . . . | } | <b>445 fr.</b> |
| <b>Galvanomètre industriel</b> comme le n° 97 et fil souple avec attaches. . . . .   |   |                |
| <b>100 Même installation</b> que n° 97, mais avec objectif en quartz à la lunette, laissant passer toutes les radiations. . . . .  |   | <b>520 fr.</b> |

L'installation d'un galvanomètre à miroir est difficile dans une usine.

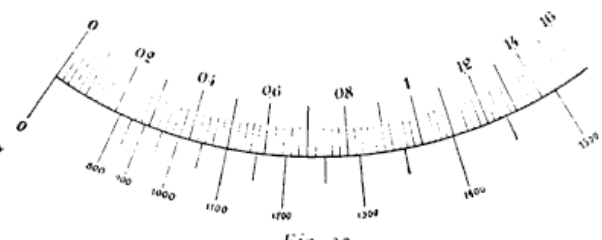
D'autre part, la rareté relative de gros morceaux de fluorine, propres aux usages de l'optique, ne permet pas de réaliser avec cette matière une lunette assez sensible pour donner des déviations lisibles directement sur un cadran.

Pour répondre aux besoins industriels, nous avons combiné une lunette (*Fig. 31*) à objectif *L.F.* en verre spécial dont l'ouverture  $\left(\frac{D}{f} = \frac{3}{5}\right)$  est assez grande pour obtenir sur les galvanomètres industriels une lecture facile.

Ce pyromètre est gradué par comparaison avec un pyromètre à objectif en fluorine : à pleine



*Fig. 31.*



*Fig. 32.*

ouverture, il donne toute l'échelle soit environ 10 cm. de 800 à 1500°. Voici en 1/2 grandeur la graduation d'un de ces appareils (*Fig. 32*).

Avec la division en millivolts, une seconde graduation indiquée sur la figure 32 permet d'atteindre 1700° à 1800°.

Le galvanomètre industriel ne nécessite aucune précaution pour le transport, sa suspension élastique étant tout à fait robuste : un niveau à bulle d'air sert à régler la verticalité. La figure 20 donne une vue d'ensemble du pyromètre industriel.

Dans le cas où il est impossible de laisser une ouverture dans le four pour y viser, il suffit de pointer avec la lunette le fond fermé d'un tube placé dans le four et formant moufle, comme il est indiqué (*Fig. 33*).

Maison **SOLEIL - J. DUBOSQ**

## Détails pratiques de réglage et d'emploi des pyromètres

Réunir par les fils souples les bornes (jaune et noire) de la lunette aux bornes correspondantes du galvanomètre.

Mettre au point avec l'oculaire le réticule thermo-électrique de la lunette, puis viser sur le four

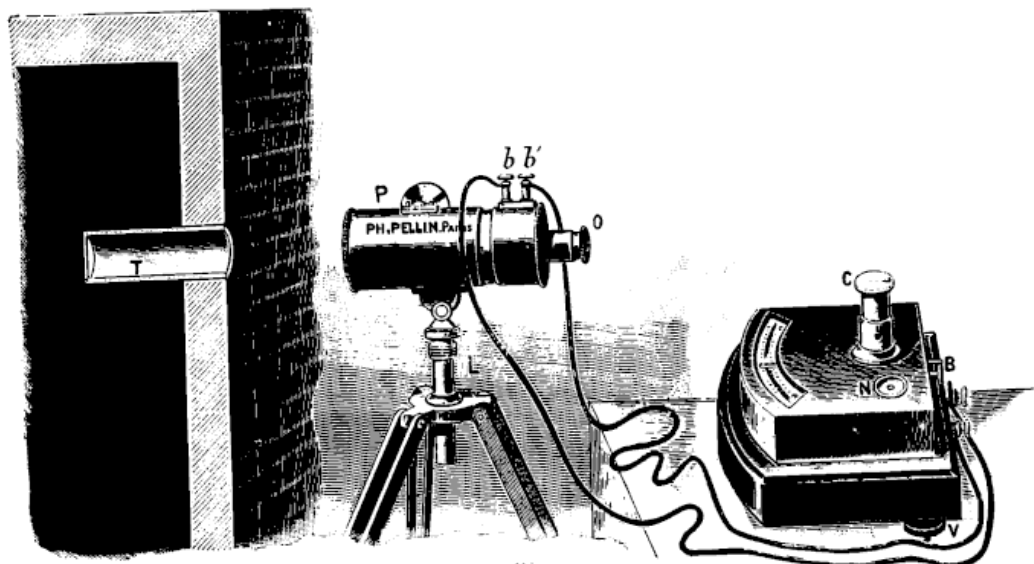


Fig. 33.

et mettre au point l'ouverture de ce dernier au moyen du pignon commandant la crémaillère de la lunette.

Il est très important que l'image de l'ouverture du four ou du corps noir visé soit plus grande que le centre de la croisée du réticule.

On se mettra donc à une distance du four assez petite pour que cette condition soit remplie ; d'ailleurs, à partir du moment où le petit disque central du réticule est complètement couvert les indications sont complètement indépendantes de la distance.

Il est à remarquer que le couple formant réticule n'est jamais soumis qu'à de faibles échauffements (30° environ au-dessus de la température ambiante) ce qui assure la constance des indications de l'appareil.

- |            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>101</b> | <b>Télescope Pyrométrique industriel</b> . . . . .  | } 430 fr. |
|            | <b>Galvanomètre industriel</b> avec division en millivolts et en température. . . . .                           |           |
|            | <b>Fil souple</b> avec attaches. . . . .  |           |
| <b>102</b> | <b>Le même</b> , avec miroir en métal, galvanomètre et fil souple. . . . .                                      | 490 fr.   |
| <b>103</b> | <b>Pied à 3 branches</b> , avec embase spéciale pour recevoir la colonne de la lunette ou du télescope. . . . . | 25 fr.    |

L'appareil précédent n° 97 employé en verrerie, céramique, métallurgie (four Martin) n'a pas été trouvé assez sensible pour certaines opérations telles que la trempe, le recuit, la cémentation des aciers, etc.

Pour obtenir la sensibilité désirée, nous avons remplacé l'objectif de la lunette qui présente une grande absorption au-dessous de 800°, par un miroir concave, et l'appareil a pris la forme d'un télescope. L'appareil présente la même indépendance que la lunette en ce qui concerne la distance et les dimensions.

Devant le réticule thermo-électrique *R* (Fig. 34) qui occupe le fond d'un tube, est installé un système de deux miroirs percé au centre d'un trou pour laisser libre la soudure du couple ; c'est par cette petite ouverture que les rayons concentrés par le miroir concave *M* tombent sur le couple.

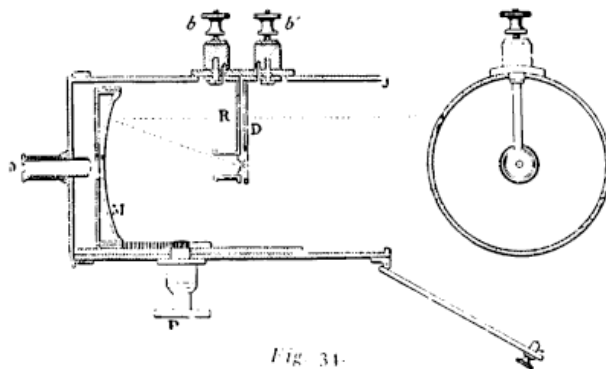


Fig. 34.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.



Les miroirs  $m$   $m'$  servent en outre à la mise au point ; ils sont disposés de telle manière que l'image du jour semble coupée en deux parties qui ne coïncident pas lorsque cette mise au point n'est pas correcte.

La figure 35 montre l'aspect observé dans l'instrument pour diverses mises au point.

La distance minima de visée est de 1 mètre, et l'ouverture du four doit être à cette distance de 7 centimètres.

La sensibilité de cet appareil est environ 10 fois plus grande que celle de la lunette, il est gradué de 500 à 1100°.

### Emploi du télescope pyrométrique

Le réglage du galvanomètre est le même que dans le cas précédent. L'image du four étant plus grande que le petit trou noir occupant le centre du champ, on manœuvre le pignon  $P$

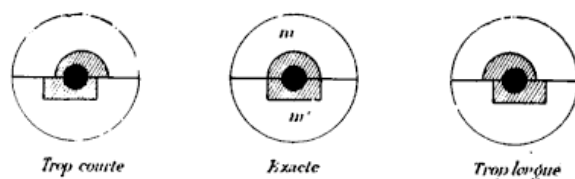


Fig. 35.

jusqu'à ce que l'image semble unique (Fig. 35 : *Exacte*), il suffit ensuite de lire la déviation sur l'échelle du cadran divisée en bleu. Un même galvanomètre portant une division rouge et l'autre bleue peut servir pour les deux instruments. Cet ensemble permet donc de mesurer toutes les températures entre 500 et 1700° et répond à tous les besoins actuels de l'industrie.

Ces appareils sont brevetés en France et à l'Étranger.

**Nota.** Nous ne pouvons livrer les appareils industriels n° 97, 99, 101, 102 qu'en France.

Les n°s 97, 99, 100, 101, peuvent fonctionner avec les enregistreurs n°s 60 et 64.

## Pyromètres Optiques

**104 Pyromètre optique de M. Le Chatelier** (Fig. 36 et 37) . . . . . **280 fr.**

**105 Pied à 3 branches** (pour observation dans les ateliers). . . . . **25 fr.**

On peut utiliser pour la détermination des températures la mesure de l'intensité des radiations rouges émises par les corps incandescents. Les radiations rouges ont, en effet, l'avantage d'être les premières qui se développent dans les corps incandescents, leur emploi permet donc de faire porter les mesures sur le plus grand intervalle possible de température. Une graduation faite une fois pour toutes sert à établir la correspondance entre les intensités lumineuses et les températures.

*La variation extrêmement rapide de l'intensité des radiations lumineuses (dans le rapport de 1 à 1.000.000 entre 600 et 1.800°) permet d'obtenir, avec des mesures photométriques d'une précision moyenne, des déterminations très exactes de température.*

Le pyromètre optique n'est qu'une modification du microphotomètre de M. CORNU. Il consiste essentiellement en une lunette qui porte fixée latéralement une petite lampe de comparaison. L'image de la flamme de cette lampe est projetée sur un miroir à 45° placé au foyer principal de la lunette. On ramène à l'égalité d'intensité les images de l'objet qu'on vise et de la flamme de comparaison, qui se trouvent ainsi juxtaposées.

La lunette comprend un objectif  $O$  en avant duquel se trouve un œil-de-chat  $D$  qui permet de faire varier l'ouverture utile de cet objectif, et au delà une monture  $E$  destinée à recevoir des verres absorbants foncés.

Au foyer de l'objectif se trouve le miroir à 45°  $M$  qui réfléchit l'image de la lampe  $L$  projetée par une lentille intermédiaire  $O'$ . Un oculaire  $G$ , devant lequel est placé à poste fixe un verre monochromatique rouge  $F$ , sert à observer les images de l'objet et de la flamme.

Contre la lampe est fixé un diaphragme rectangulaire  $F$  qui arrête les rayons lumineux non utilisés, limite la hauteur de la flamme et qui porte une monture destinée à recevoir des verres absorbants foncés.

Pour faire avec ce photomètre une mesure d'intensité, on procède de la façon suivante :

On commence, si besoin est, par régler le miroir, qui est porté à cet effet par trois vis. Le faisceau lumineux provenant de la lampe qui est réfléchi par le miroir et celui qui vient directement de l'objet visé doivent pénétrer intégralement dans l'œil. Cette condition est remplie si les images données par l'oculaire des deux objectifs se superposent entre elles. On le vérifie en visant avec une loupe ces deux images qui viennent se former un peu en arrière de l'anneau oculaire. Il faut, bien entendu, pour les rendre visibles, éclairer les deux objectifs, l'un avec la lampe, l'autre avec

Maison **SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

une source lumineuse quelconque. Si la superposition n'existe pas, on la rétablit par tâtonnement en agissant sur les vis qui fixent le miroir. L'appareil doit, s'il ne reçoit pas de choc, rester indéfiniment réglé.

La lampe de comparaison demande, pour donner une lumière constante, certaines précautions dans son réglage. Il faut employer toujours la même essence de pétrole, dont on fera pour cet usage une provision qui puisse durer un certain temps. La flamme doit avoir une hauteur cons-

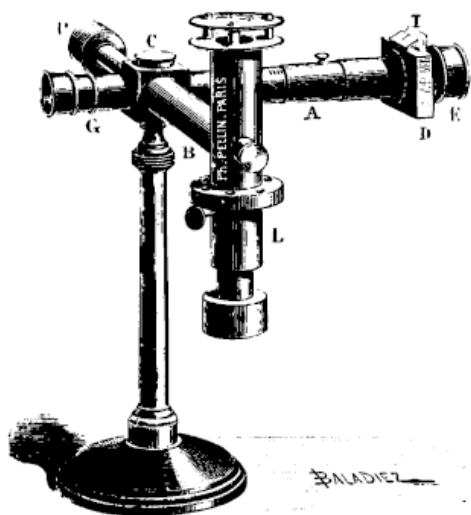


Fig. 36.

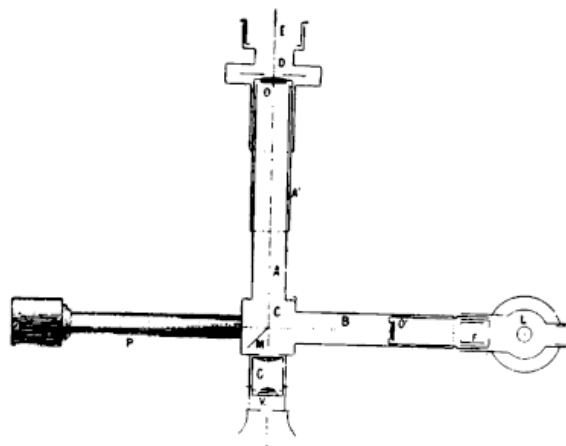


Fig. 37.

tante, égale, par exemple, à la hauteur de la fenêtre du diaphragme rectangulaire placé devant la flamme. Son image doit être exactement coupée en deux par l'arête du miroir, résultat qu'on obtient en faisant tourner la lampe dans sa monture qui est excentrée. Il faut enfin, avant de faire une mesure, attendre une dizaine de minutes que la lampe ait pris son échauffement normal ; c'est alors seulement que la flamme présente un éclat constant.

Pour faire une mesure, on vise avec la lunette l'objet lumineux, de façon que son image soit coupée par l'arête du miroir et soit amenée ainsi en contact avec l'image de la flamme. On fait alors varier l'ouverture de l'œil-de-chat en tournant son bouton jusqu'à ce que l'égalité des deux images soit obtenue. Soit  $n$  le nombre de divisions lues sur l'échelle qui indique l'ouverture correspondante de l'œil-de-chat ; soit  $n'$  le nombre de divisions obtenues en visant la source de lumière prise comme étalon (bougie, lampe à essence de pétrole ou acétate d'amyle) ; l'intensité cherchée sera en fonction de l'unité ainsi choisie donnée par la formule :

$$I = \left( \frac{n'}{n} \right)^2 ;$$

c'est-à-dire égale au rapport inverse de l'ouverture superficielle de l'œil-de-chat.

Si les objets visés ne sont pas à la même distance et exigent par suite une mise au point spéciale, on aura, en appelant  $f$  et  $f'$  les distances focales des images, soit de l'objet étudié, soit de la source de lumière étalon :

$$I = \left( \frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \left( \frac{f}{f'} \right)^2 .$$

Enfin, si l'on a besoin de se servir, pour compléter l'œil-de-chat, de verres foncés absorbants, il faudra commencer par déterminer leur coefficient d'absorption. Pour cela on visera un objet d'intensité appropriée, en interposant ou non le verre foncé devant l'œil-de-chat. Soit  $N$  l'ouverture de l'œil-de-chat sans verre foncé et  $N'$  avec un semblable verre ; le coefficient d'absorption  $K$  du verre sera égal à :

$$K = \left( \frac{N'}{N} \right)^2 .$$

Dans une mesure faite avec  $p$  verres devant l'œil-de-chat, l'intensité sera :

$$I = \left( \frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \left( \frac{f}{f'} \right)^2 \cdot \left( \frac{1}{K} \right)^p .$$

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

S'il s'agit, au contraire, d'un objet peu lumineux et que les verres foncés doivent être placés devant la lampe (dans la monture qui porte le diaphragme à fenêtre rectangulaire), l'intensité sera donnée par la formule :

$$I = \left( \frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \left( \frac{f}{f'} \right)^2 Kp.$$

Lorsqu'on veut déterminer la température d'objets très petits, du filament d'une lampe à incandescence, par exemple, il y a intérêt, pour avoir une image suffisamment large, à se placer tout près des objets. Il faut alors changer l'objectif du photomètre ou, plus simplement, placer dans la monture des verres foncés une seconde lentille identique à la première. On obtient ainsi un objectif composé, de distance focale moitié moindre qui permet, sans modifier le tirage, d'obtenir des images en vraie grandeur du corps incandescent étudié. L'adjonction de cette seconde lentille diminue d'environ 10 pour 100 l'intensité de la lumière transmise.

La graduation de chaque appareil peut être faite au moyen d'une table donnant de 100 en 100 degrés l'intensité des radiations rouges émises par les corps d'un pouvoir émissif égal à l'unité : comme le fer oxydé, ou par les corps placés au milieu d'une enceinte de même température et aperçus par une petite ouverture percée dans cette enceinte.

L'intensité des radiations rouges est exprimée en prenant comme unité l'intensité correspondante de la partie la plus lumineuse de la zone axiale de la flamme d'une bougie.

Ces nombres ont été calculés par la formule d'interpolation :

$$I = 10^{0,719} - \frac{3210}{\theta}$$

dans laquelle  $\theta$  est la température absolue ( $\theta = 273$ ).

On peut, après avoir déterminé la valeur de l'ouverture du diaphragme  $n'$  qui amène à égalité l'éclat de la flamme de la bougie étalon avec celui de la lampe de comparaison et le pouvoir absorbant  $K$  des verres foncés, compléter la table qui donnera directement la température correspondant à chaque ouverture observée de l'œil-de-chat.

Avec un appareil pour lequel :

$$n' = 5,2 \quad K = \frac{1}{12}$$

on obtient la table suivante, dans laquelle on a affecté du signe + les verres foncés placés devant l'objectif, et du signe — les verres placés devant la lampe.

TEMPÉ- RATURES en DEGRÉS C.	INTENSITÉS	OUVERTURES DE L'ŒIL-DE-CHAT					
		- 3	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2
600	0,00008	13,9					
700	0,00073	"	15,8				
800	0,0046	"	6,4	22,0			
900	0,020	"	"	10,6			
1000	0,078	"	"	5,3	18,6		
1100	0,24	"	"	3,0	10,6		
1200	0,64	"	"	"	6,5	22,5	
1300	1,63	"	"	"	4,1	14,1	
1400	3,35	"	"	"	2,8	9,8	
1500	6,7	"	"	"	"	6,9	24,1
1600	12,9	"	"	"	"	5,0	17,4
1700	22,4	"	"	"	"	3,8	13,1
1800	39,0	"	"	"	"	2,8	9,9
1900	60,0	"	"	"	"	"	8
2000	93,0	"	"	"	"	"	5,4

La graduation donnée ici s'applique, comme il a été dit plus haut, à tous les corps placés dans une enceinte de même température : à l'intérieur des fours par exemple, et aux corps noirs, c'est-à-dire dont le pouvoir émissif est égal à l'unité, comme le fer oxydé, le charbon, quelle que soit la température de l'enceinte qui les environne, par exemple à un morceau de fer rouge exposé à l'air libre. Pour les corps dont le pouvoir émissif est inférieur à l'unité, comme le platine, la magnésie, la chaux, l'argile blanche, il faut, lorsqu'ils sont exposés à l'air libre et ne sont plus renfermés

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

dans une enceinte de même température, faire une graduation spéciale. Ainsi, à température égale l'intensité de la radiation est pour le platine trois fois moindre, pour l'argile blanche quatre fois moindre que pour le fer oxydé.

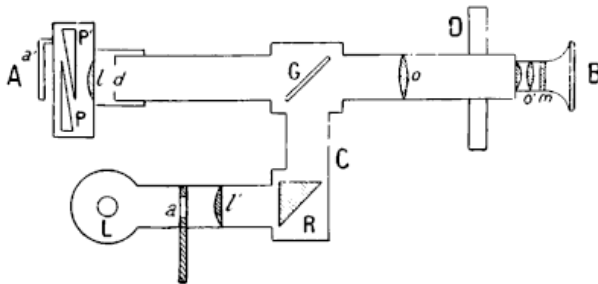
Voici quelques exemples de déterminations de températures faites par cette méthode :

Haut fourneau en fonte Bessemer, devant les tuyères . . . . .	1930"
Coulée de la fonte du haut fourneau ci-dessus. . . . . de 1400 à	1570
Coulée d'acier Bessemer ou Siemens-Martin. . . . . de 1500 à	1650
Fusion et affinage du verre . . . . .	1350
Travail du verre . . . . .	1035
Étendage du verre à vitre. . . . .	600
Cuisson de la porcelaine dure . . . . .	1370
Cuisson des briques rouges. . . . .	1100
Lampe à incandescence en marche normale. . . . .	1800
Lampe à incandescence très poussée. . . . .	2100 (1)

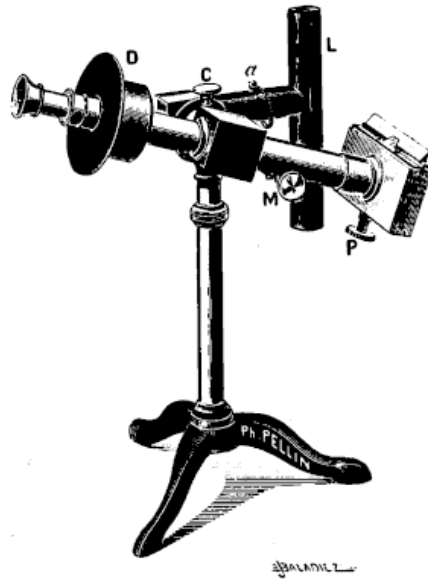
**106 Pyromètre à absorption de M. Ch. Féry, avec prisme à réflexion totale permettant de faire des visées dans toutes les directions. . . . . 420 fr.**

**107 Pied à 3 branches (pour observations dans les ateliers) . . . . . 25 fr.**

L'appareil se compose (*Fig. 38*) : 1° d'une lame absorbante, d'épaisseur variable, constituée par deux prismes de verre de même angle  $P$  et  $P'$  pouvant glisser l'un sur l'autre ; 2° d'une lampe de comparaison  $L$  ; 3° de deux lentilles  $l$  et  $l'$  donnant en  $G$  des images du corps chaud et de la flamme de la lampe, un prisme  $R$  à réflexion totale renvoyant en  $G$  les rayons émis par la flamme ; 4° d'une glace à faces parallèles  $G$  inclinée à  $45^\circ$  sur l'axe de l'instrument et présentant en son milieu, sur la face qui regarde les prismes, une



*Fig. 38.*



*Fig. 39.*

bande verticale argentée : cette lame laisse passer le faisceau émis par le corps chaud à travers les parties latérales non argentées et réfléchit sur la bande centrale celui qui provient de la lampe ; 5° d'une lentille  $o$  qui redresse les deux images ; 5° d'un oculaire  $o'$ , devant lequel est un verre rouge monochromatique  $m$ .

Pour que les deux faisceaux pénètrent intégralement dans l'œil, il faut que les images des deux lentilles  $l$  et  $l'$ , vues à travers l'oculaire  $o'$ , se superposent. Cette condition est remplie lorsque les distances de  $l$  et  $l'$  à  $G$  sont égales ; c'est ce qui est réalisé dans l'appareil, le déplacement de  $l$  pour la mise au point n'amenant qu'un déplacement insignifiant de son image, à cause de la distance focale très courte de  $o'$ .

Un diaphragme  $d$  limite à un angle constant le cône des rayons contribuant à former en  $G$  l'image du corps chaud ; celle-ci présente donc un éclat indépendant de la distance au pyromètre.

La lampe est à mèche ronde, analogue comme construction à l'étalon Hefner, mais brûle de l'essence de pétrole. La flamme est protégée contre les courants d'air par une cheminée spéciale. Son éclat est sensiblement indépendant de la densité de l'essence employée, l'inventeur ayant obtenu la même intensité en brûlant indifféremment du pétrole lampant, de l'essence et de l'éther de pétrole. On n'utilise que l'image de la partie centrale de la flamme, ce qui rend les mesures indépendantes de ses dimensions. A cet effet, on amène d'abord l'image  $f$  de la flamme (*Fig. 38*) à être symétrique par rapport à la bande argentée ; ce réglage est fait une fois pour toutes par le constructeur.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (t. CXIV, n° 5, 1<sup>er</sup> février 1892. — t. CXIV n° 9, 29 février 1892. — *Industrie électrique* (n° 7, 10 avril 1892). — *Journal de Physique* (3<sup>e</sup> série, t. I, mai 1892).

**Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.**

L'instrument étant ainsi réglé, on vise le corps dont on veut déterminer la température : pour faciliter cette visée on amènera le point à viser dans le prolongement de la ligne de mire constituée par un cran de hausse découpé dans le bord supérieur du disque *D*, et un guidon formé par une pointe fixée au centre de la boîte *A* contenant les prismes absorbants. En faisant alors tourner le corps de la lunette *AB* autour du tube *C* auquel est fixé le pied on amènera facilement l'image du corps visé à occuper le centre optique de l'instrument. Une pièce *D*, qui sert en même temps de contrepoids, protège l'œil contre la lumière émise directement par le corps chaud. Dans le champ de la lunette on voit alors (Fig. 38) la bande argentée *a* éclairée par la lampe et, de part et d'autre, l'image *b* du corps chaud. On déplace l'un devant l'autre les deux prismes jusqu'à ce que ces deux images aient le même éclat.

Remarquons que la face antérieure non argentée de la lame *b* réfléchit une partie des rayons venus de lampe ; cette image se superpose aux deux images principales, mais ne trouble pas les mesures, l'addition d'une même intensité n'altérant pas l'égalité photométrique.

Les prismes, en se déplaçant, entraînent avec eux : l'un une échelle horizontale ; l'autre, un index. On lit la division en face de laquelle se trouve l'index et on cherche sur une courbe, tracée

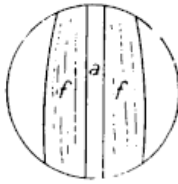


Fig. 40.

une fois pour toutes, la température correspondante. Pour tracer cette courbe, on porte en abscisses les déplacements de l'échelle par rapport à l'index (déplacements proportionnels à l'épaisseur de verre traversée) et en ordonnées les inverses des températures absolues ; on a ainsi une droite qui peut être prolongée indéfiniment ; en prenant alors comme ordonnées les températures vulgaires, on obtient une hyperbole qui est la courbe pratique de l'instrument.

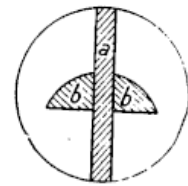


Fig. 41.

On peut interposer des verres absorbants en *a* et *a'* et utiliser ainsi plusieurs échelles. Les droites représentant les épaisseurs en fonction des inverses des températures absolues ont toutes le même coefficient angulaire, ou, en d'autres termes, la sensibilité est constante pour les différentes échelles.

Lorsqu'il s'agit de faire une visée dans une direction très différente de l'horizontale, comme par exemple pour mesurer la température d'un four Perrot dans lequel il est impossible de percer une ouverture latérale, on se servira du prisme à réflexion totale joint à l'appareil. Ce prisme est fixé à la boîte *A* par un ressort et peut tourner entièrement dans son collier pour prendre toutes les orientations. Pour le retirer il suffira d'écarter légèrement le ressort. Dans le cas où il sera fait usage du prisme il faudra augmenter de 5 divisions toutes les lectures pour tenir compte de la perte de lumière due à l'emploi de ce prisme (1).

**Théorie de l'instrument :** D'après Wien, l'intensité lumineuse monochromatique donnée par un four est en fonction de la température absolue *T* de ce four et donnée par la relation exponentielle :

$$I = A e^{-\frac{B}{T}} \quad (1)$$

dans laquelle *A* et *B* sont des constantes renfermant la longueur d'onde de la relation choisie. Soit *x* l'épaisseur totale des deux prismes absorbants *P* et *P'* (Fig. 38) au moment de l'équilibre on a :

$$I = i e^{Kx} \quad (2).$$

*K* étant la constante du verre absorbant pour la radiation choisie. Les équations (1) et (2) donnent :

$$Kx = \log \frac{A}{i} - \frac{B}{T}$$

relation de la forme  $z = M - \frac{B}{T}$  (3) en remarquant que *z* déplacement des prismes est proportionnel à l'épaisseur *x*. Si donc on trace la courbe de l'instrument en portant en abscisses les valeurs de *z*, et en ordonnées les inverses des températures absolues correspondantes, on obtiendra une ligne droite. Dans le cas où la température du corps chaud serait trop élevée pour qu'il soit possible d'obtenir l'égalité par la manœuvre des prismes *P* *P'*, il suffira d'enlever un verre absorbant placé primitivement devant la lampe en *a* (Fig. 38) ce verre est monté sur un diaphragme rotatif.

La première échelle avec verre devant la lampe commence vers 800° et se poursuit jusqu'à 1600°, la seconde échelle commence à 1300° et se prolonge vers 2500°.

(1) Si l'observateur est un peu exercé, l'erreur de lecture, entre 1.000 et 1.500 degrés ne dépasse cependant pas 10° représentés par un millimètre de l'échelle.

**Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.**

Il suffit de faire une mesure commune aux deux échelles pour avoir toute la graduation de l'échelle des hautes températures ; si on remarque que le coefficient angulaire de la droite représentant graphiquement cette deuxième échelle, est le même que le coefficient angulaire de la droite de la première échelle se rapportant aux basses températures.

Les valeurs de  $\bar{z}$  sont lues en millimètres sur l'appareil : deux courbes se rapportant l'une à l'échelle avec verre à la lampe et l'autre à l'échelle sans verre traduisent en températures les valeurs de  $\bar{z}$  ; ces courbes sont des hyperboles.

## ÉTUDE DES POINTS CRITIQUES

### 108 Galvanomètre double de M. Le Chatelier avec dispositif de la méthode de M. Saladin pour l'observation des points critiques.

L'observation des points critiques, telle qu'elle avait été faite jusqu'à présent, nécessitait une série très longue de mesures, puisque leur existence était reconnue par la variation de la vitesse d'échauffement ou de refroidissement du barreau d'acier. Il fallait des mesures très rapprochées et très précises de la température du barreau à des intervalles de temps rigoureusement déterminés pour mettre en évidence les phénomènes calorifiques qui se produisent au point de transformation. L'impossibilité d'enregistrer directement, dans les méthodes antérieures, l'écart de température des deux corps en fonction de leur température absolue, provient de ce que les gal-

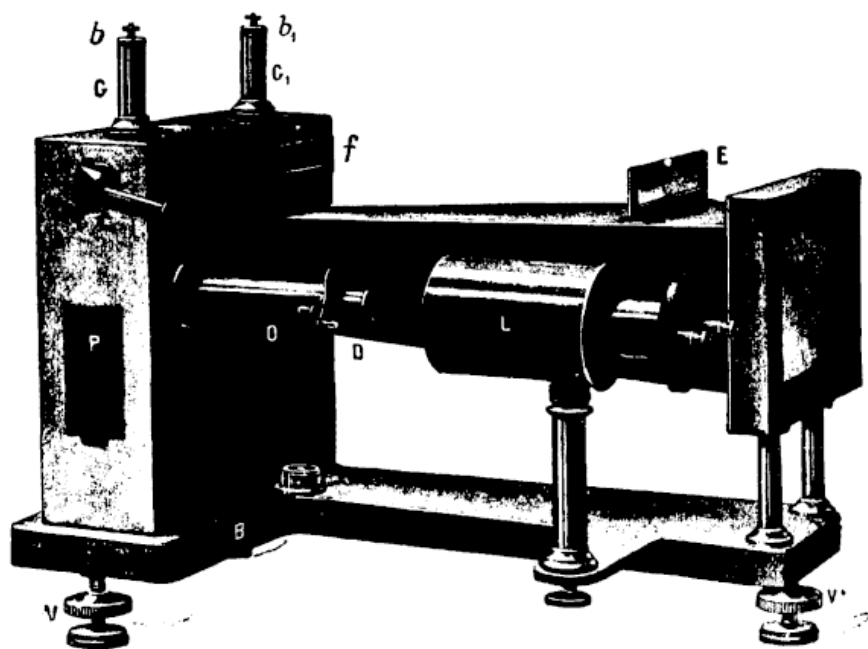


Fig. 42.

vanomètres très sensibles employés pour ces mesures sont suspendus à un fil vertical, de telle sorte que les déviations observées se produisent également dans le plan horizontal, tandis qu'il faudrait que l'une d'entre elles pût se produire verticalement.

M. SALADIN, ingénieur principal aux aciéries du Creusot, est arrivé à satisfaire à cette condition en utilisant la propriété d'un miroir ou prisme à réflexion totale incliné à  $45^\circ$  sur le plan horizontal, de donner une image verticale d'une ligne horizontale. Un faisceau lumineux, réfléchi par le miroir d'un premier galvanomètre, dont les déviations mesurent par exemple la température, est reçu sur un prisme à  $45^\circ$  qui rend vertical le déplacement du faisceau lumineux. En recevant ce même faisceau après sa réflexion sur le miroir d'un second galvanomètre actionné par le phénomène à évaluer en fonctions de la température, on donne finalement au faisceau lumineux un mouvement composé de deux déplacements, l'un horizontal et l'autre vertical. Si ce faisceau est reçu sur une plaque photographique il tracera une courbe dont les deux coordonnées deviennent l'une la température et l'autre le phénomène particulier étudié.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

M. SALADIN a réalisé cette méthode en employant deux galvanomètres ordinaires placés en regard l'un de l'autre entre lesquels se trouve placé le prisme à réflexion totale. M. LE CHATELIER voulant simplifier l'installation qu'exige un réglage assez délicat des galvanomètres et des prismes, a cherché à combiner un appareil formant un ensemble unique, dont toutes les parties puissent être réglées une fois pour toutes par le constructeur.

Le dispositif que nous avons adopté consiste à placer les deux galvanomètres aux extrémités de deux barreaux aimantés rectilignes et horizontaux. Sur les aimants et au milieu de leur largeur repose le prisme à réflexion totale dont la position est invariablement réglée. Chacun des galvanomètres porte un miroir formé par une glace plane argentée ou platinée d'une hauteur suffisante pour que le rayon lumineux dans son déplacement ne vienne pas tomber en dehors des miroirs.

L'appareil est monté sur un bâti en aluminium *B*, porté par trois vis calantes *V* *V'* *V''*; un niveau circulaire *N* sert à régler l'horizontalité. Toute la partie électrique et optique de l'instrument se trouve fixée sur la boîte verticale en aluminium; deux têtes de torsion *b* et *b'* servent au réglage des suspensions des galvanomètres. L'appareil porte quatre bornes placées sur le socle *B*, elles sont toutes isolées et reliées directement à chacun des quatre fils des cadres mobiles. L'éclairage se fait au moyen de la lampe *L* (lampe Nernst), les rayons lumineux tombent sur le collimateur *O* qui porte un obturateur et un diaphragme, l'obturateur est destiné à laisser passer la lumière dans l'instrument ou à l'obturer pour les opérations photographiques; le diaphragme est à trous, il se trouve placé derrière l'obturateur et sert au réglage du point lumineux: à cet effet un grand trou permettra de faire un réglage général, et lorsque celui-ci sera obtenu, il suffira de tourner le diaphragme pour remplacer le grand trou par un tout petit de 1/10<sup>e</sup> de millimètre environ servant à l'enregistrement photographique des courbes.

Le dispositif photographique est représenté par la chambre *D* et le châssis *R*. Enfin un petit collimateur *C*, éclairé par la lampe *L*, vient faire son image sur un petit miroir porté par le galvanomètre, la suspension de ce galvanomètre porte donc à cet effet ce petit miroir supplémentaire qui a pour but de projeter un spot lumineux à travers la fente *F* sur l'échelle divisée *E*. Cette disposition est extrêmement commode puisqu'elle permet de suivre de l'extérieur tout ce qui se passe à l'intérieur de l'instrument, une expérience quelconque pourra donc être constamment contrôlée par l'opérateur pendant qu'elle s'enregistrera sur la plaque photographique. La boîte métallique possède deux portes *P* *P'* dont l'une *P* est seulement visible sur la figure: en les ouvrant on apercevra un bouton destiné à immobiliser ou à rendre libre les équipages des galvanomètres.

### Réglage mécanique de l'Instrument

1<sup>o</sup> Placer l'instrument sur une base stable, et régler son horizontalité par les vis calantes *V* *V'* *V''* en amenant la bulle du niveau *N* au zéro.

2<sup>o</sup> Libérer les équipages mobiles: pour cela ouvrir les portes *P* et dévisser les petits boutons fixés sur les fers doux, les remonter au sommet de la rainure et les bloquer dans cette position; ensuite élever les équipages mobiles en vissant jusqu'à bloquer les boutons *b* *b'* des têtes de torsion.

3<sup>o</sup> Diriger l'image du galvanomètre *G* sur le miroir du galvanomètre *G'* en agissant sur le bouton *b*, la diriger ensuite sur la glace dépolie *R* en agissant sur le bouton *b'* et amener enfin l'image à zéro en agissant sur les boutons *b* *b'*.

4<sup>o</sup> Diriger le petit collimateur coudé *C* de façon à éclairer le spot sur l'échelle *E*: si l'appareil est bien réglé, l'image sur la glace dépolie *R* et le réticule du spot doivent être alors au zéro et l'appareil est prêt à fonctionner. (Ne pas oublier de mettre le petit trou du diaphragme). Les bornes du galvanomètre *G*, destinées à enregistrer les points critiques, sont marquées 1 *C* et 2 *C*; celles du galvanomètre *G'* qui enregistre les températures, sont marquées 1 *T* et 2 *T*.

### Dispositif expérimental employé par M. Le Chatelier

L'appareil étant réglé dans les conditions décrites ci-dessus, la conduite de l'expérience devient alors très simple; on prend un barreau d'acier de 50 millimètres de longueur par exemple et 1 centimètre de côté, aux deux extrémités duquel on fait deux traits de scie de quelques millimètres de profondeur. L'extrémité des fils de platine est placée au fond de ces entailles et on les fixe en place en introduisant une petite lame de fer que l'on enfonce à coups de marteau.

Les courants développés dans ces expériences tiennent à des causes multiples dont l'influence se fait sentir plus ou moins suivant le cas. En premier lieu on observe exactement le même phénomène que par la méthode Roberts-Austen, c'est-à-dire qu'au moment où la transformation commence à se produire sur l'une des extrémités du barreau, car elles n'ont jamais la même température, l'échauffement de cette extrémité se ralentit et l'écart de température augmentant, la différence de force électromotrice des deux éléments, platine-fer, va en augmentant. En second lieu, indépendamment de cette variation de température, si nous supposons qu'à un moment donné la moitié

MAISON SOLEIL - J. DUBOSQ.

du barreau soit transformée et que l'autre ne le soit pas encore, le point de contact des deux variétés différentes du métal constitue une véritable soudure thermo-électrique qui est le siège d'une force électromotrice toutes les fois que la température à laquelle se trouve portée cette jonction n'est pas la température d'équilibre et, en raison des retards considérables qui se produisent dans la transformation des fers et des aciers, l'écart en question pourra atteindre et dépasser une centaine de degrés. En troisième lieu, les différentes variétés allotropiques d'un même corps n'ont généralement pas la même conductibilité électrique, de telle sorte que la substitution de l'une des variétés à l'autre, en changeant la conductibilité électrique du circuit, modifie l'intensité du courant qu'il traverse et par suite la déviation du galvanomètre.

Dans le cas des corps conducteurs, comme les métaux, la résistance du barreau est très faible vis-à-vis de celle du galvanomètre et par suite cette influence est négligeable. Il n'en est pas de même quand on étudie des corps très peu conducteurs, comme l'iodure d'argent ou le sulfure de fer. Enfin, il semble que dans certains cas, au moment de la transformation allotropique, il se produise des dégagements d'électricité et que l'énergie chimique du phénomène se transforme directement en énergie électrique, comme cela a lieu dans les piles électriques ordinaires. Cette hypothèse semble nécessaire pour expliquer l'intensité exceptionnelle des phénomènes électriques qui se produisent dans la transformation de l'iodure d'argent.

Pour faire la graduation du couple, on emploie le point fixe habituel d'ébullition de l'eau, de la naphthaline, du soufre ; de fusion de l'étain, de l'aluminium et de l'or. Pour la détermination des points d'ébullition, le couple est placé dans le liquide que l'on chauffe progressivement jusqu'à son point d'ébullition. Le point lumineux trace alors sur la plaque un trait vertical dont la hauteur donne la déviation galvanométrique correspondant à la température d'ébullition. Pour la température des points de fusion des métaux, la soudure du couple peut être réunie par un petit fil métallique de 5 centimètres de longueur à un second fil de platine communiquant avec le second galvanomètre. Tant que la communication électrique subsiste entre ces deux fils et le couple, le rayon lumineux complètement dévié en dehors de la plaque ne donne aucune image ; au moment de la rupture du fil par fusion, le point lumineux revient à sa position normale et à partir de ce moment la continuation de l'échauffement donne sur la plaque un trait vertical.

**109 Installation complète de MM. Le Chatelier-Saladin (Fig. 42) avec couples différentiels thermo-électriques en Platine-Platine-Rhodié de 0<sup>m</sup>50 renfermés dans la même canne.**

Canne en nickel avec disque en fibre à 4 bornes, disposée pour recevoir les deux couples qui sont isolés par des cylindres en terre réfractaire.

Dix mètres de câble souple pour relier les bornes de la canne aux bornes du galvanomètre.

Four électrique : Diamètre intérieur du tube de chauffe 40 mill.

Long. . . . . 30 cent. . . . . **1425 fr.**

**110 Galvanomètre de MM. Le Chatelier-Broniewski.**

Le galvanomètre double de MM. LE CHATELIER-SALADIN enregistre, en fonction de la température, une différence de température indiquée par un couple ou une résistance électrique donnée par la chute ohmique. Dans le dispositif de MM. LE CHATELIER-BRONIEWSKI (Fig. 43), les indications d'un galvanomètre peuvent être rapportées, non seulement à celles d'un deuxième galvanomètre, mais aussi au temps ou à une déviation extérieure à l'appareil, ce qui permet d'étendre l'application de l'enregistrement à l'analyse thermique, à la dilatation et, en général, à tous les phénomènes qui peuvent se manifester par un courant électrique ou une déviation mécanique.

Les grandes lignes, ainsi que le principe d'enregistrement restent les mêmes que ceux employés dans l'appareil précédent : le rayon lumineux se reflète successivement sur deux miroirs, dont un lui communique la déviation verticale (directement ou à l'aide d'un prisme), l'autre la déviation horizontale.

Le deuxième miroir, qui dévie le rayon horizontalement, reste toujours fixé à un galvanomètre. Quant au premier, communiquant la déviation verticale, il peut faire partie d'un mécanisme d'horlogerie *H*, d'un dilatomètre *D* ou d'un galvanomètre. Le mécanisme d'horlogerie et le galvanomètre peuvent être directement substitués l'un à l'autre ; quant au dilatomètre, qui, chauffé à haute température, ne pourrait pas être enfermé dans l'enregistreur, on est obligé, pour s'en servir, de faire sortir le rayon lumineux de l'enceinte de l'appareil par une réflexion complémentaire.

Cet appareil a deux galvanomètres indépendants : un seul, celui des grandes sensibilités, peut se retirer de l'intérieur de la boîte et se placer dans une boîte en chêne, munie de vis calantes, pour permettre de l'employer comme galvanomètre de laboratoire. Le prisme central s'efface du champ à volonté.

Les deux galvanomètres sont munis de trois bornes pour permettre deux sensibilités (celles qui nous sont demandées en faisant la commande).

**Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.**



Le collimateur *K* est muni de 4 écrans mobiles, l'un portant un petit trou, deux portant un verre absorbant, le quatrième faisant obturateur.

2° Le galvanomètre mobile est monté à glissière : il peut être remplacé très facilement et rapidement par le mouvement d'horlogerie qui se place dans la même glissière.

Le dilatomètre en silice *D* est porté par un tube entrant à frottement dans une collerette *G* soli-

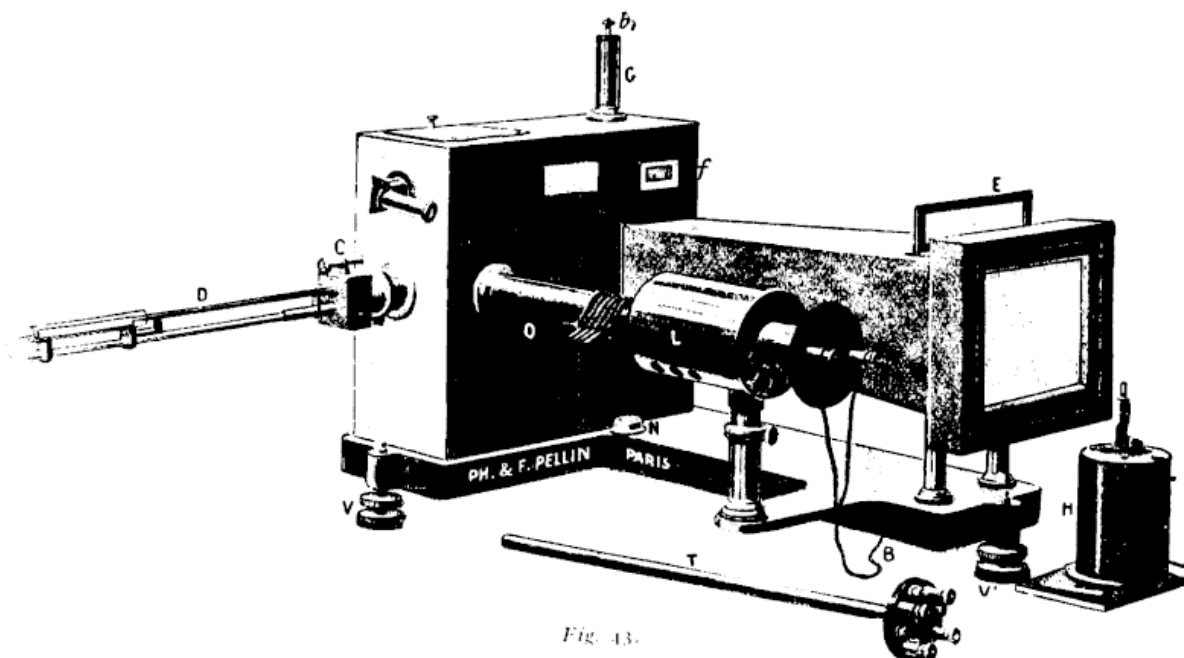


Fig. 43.

daire de la boîte des galvanomètres *B* : un collier de serrage le fixe en position : en 5 minutes au plus ce dispositif peut être réglé.

3° Le spot est une image à réticule éclairée par la lampe Nernst *L* de l'appareil et projetée sur l'échelle divisée *E* par le collimateur *I* et le miroir du galvanomètre *G* : elle sert à suivre l'expérience de l'extérieur de l'appareil.

L'appareil complet comprend :

1° Un galvanomètre double enfermé dans la boîte *B* avec chambre photographique et système d'éclairage, le tout monté sur un socle en aluminium *S*, à vis calantes.

2° Un mouvement d'horlogerie à miroirs *H* servant aux analyses thermiques.

3° Une boîte en noyer munie de 3 vis calantes, niveau et lentille de projection, disposée pour recevoir le galvanomètre mobile et permettre de l'employer comme galvanomètre de laboratoire à échelle de lecture.

4° Une échelle de lecture de 50 <sup>m</sup> sur pied.

5° Un dilatomètre en silice fondue *D*.

6° Deux couples platine et platine-rhodié de 50 <sup>m</sup> montés dans la canne *T*.

7° Un four électrique.

Diamètre intérieur du tube de chauffe 40 <sup>m</sup>.

Longueur intérieure du tube de chauffe 30 <sup>m</sup>.

**111 Prix de l'installation complète. . . . . 2.000 fr.**

**112 Galvanomètre enregistreur à tambour de M. Coste (Fig. 44).**

Cet appareil est entièrement construit en aluminium : il est très robuste et d'une stabilité absolue tout en étant d'un poids relativement faible. Toutes les pièces sont fixées sur un socle rigide, ce qui dispense de tout réglage.

Le galvanomètre de l'appareil est à deux sensibilités, il fonctionne entre 0 et 500° ou entre 0 et 1500° — un dispositif spécial permet de passer rapidement d'une sensibilité à l'autre ou de le mettre en court-circuit pour le retour et la vérification du zéro.

L'équipage mobile du galvanomètre *G* porte deux miroirs : l'un qui réfléchit l'index sur l'échelle divisée *d* (ce qui permet de suivre constamment l'expérience, ce miroir étant éclairé par le collimateur *G* muni d'un prisme à réflexion totale) ; l'autre miroir renvoie sur le tambour enregistreur

**Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

portant la feuille sensible l'image d'un point lumineux de  $1/10^e$  de millimètre éclairé par le collimateur  $G'$  portant un prisme à réflexion totale semblable au précédent. Ces deux collimateurs  $G, G'$  sont éclairés simultanément par la lampe Nernst  $L$ .

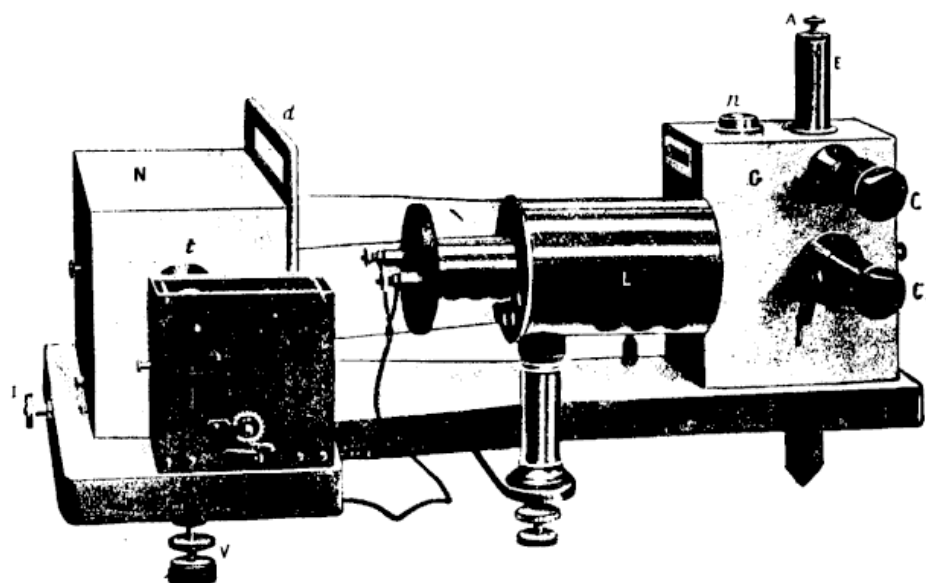


Fig. 44.

Le tambour enregistreur est mobile sur deux rails (en forme de U renversé) fixés à l'intérieur de la chambre noire  $N$  ; son diamètre et sa longueur sont calculés pour recevoir des feuilles de papier  $24 \times 30$ .

Un tambour  $T$  monté sur l'axe du cylindre et situé en dehors de la chambre noire  $N$  permet de régler le point de départ et de suivre les positions du cylindre pendant l'expérience.

Le mouvement d'horlogerie  $M$  qui entraîne le cylindre est muni d'un fort échappement à ancre qui assure une parfaite régularité de marche. Un train baladeur à 3 vitesses :

*Un tour en une demi-heure.*

*Un tour en une heure.*

*Un tour en deux heures.*

donne à l'appareil une grande souplesse et permet de l'utiliser dans toutes les expériences de laboratoire.

Un bouton  $I$  maintient en position fixe la chambre noire  $N$  pendant l'expérience.

L'ensemble de l'appareil est monté sur un bâti  $B$  muni de vis calantes  $I'$  pour régler l'horizontalité du galvanomètre en amenant au zéro la bulle d'air du niveau  $n$ .

**113 Installation** comprenant l'enregistreur avec couple thermo-électrique de  $0^m50$  et canne en nickel. . . . . **1.050 fr.**

**114 Galvanomètre enregistreur à plaque photographique ( $13 \times 18$ ) de M. Etienne.**

Cet appareil (Fig. 45) est de construction à peu près identique au précédent ; seule, la partie mécanique pour l'enregistrement photographique présente une modification.

Dans l'enregistreur n° 112, M. Coste emploie pour l'enregistrement des courbes un papier sensible fixé sur un cylindre tournant dans la boîte  $N$  (Fig. 44). M. Etienne a remplacé le papier sensible par une plaque photographique  $P$  de dimensions  $13 \times 18$  qui se déplace verticalement dans le bâti de recouvrement  $N$  (Fig. 45). Le châssis  $P$  portant la plaque photographique est équilibré, il est entraîné par le mouvement d'horlogerie  $M$  à vitesse variable, semblable au mouvement de l'appareil n° 112, avec train baladeur à 3 vitesses :

*Un tour en une demi-heure.*

*Un tour en une heure.*

*Un tour en deux heures.*

**Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.**

Tous les réglages de l'enregistreur de M. Étienne, soit pour la partie électrique, soit pour la partie mécanique, sont semblables à ceux décrits pour l'instrument précédent.

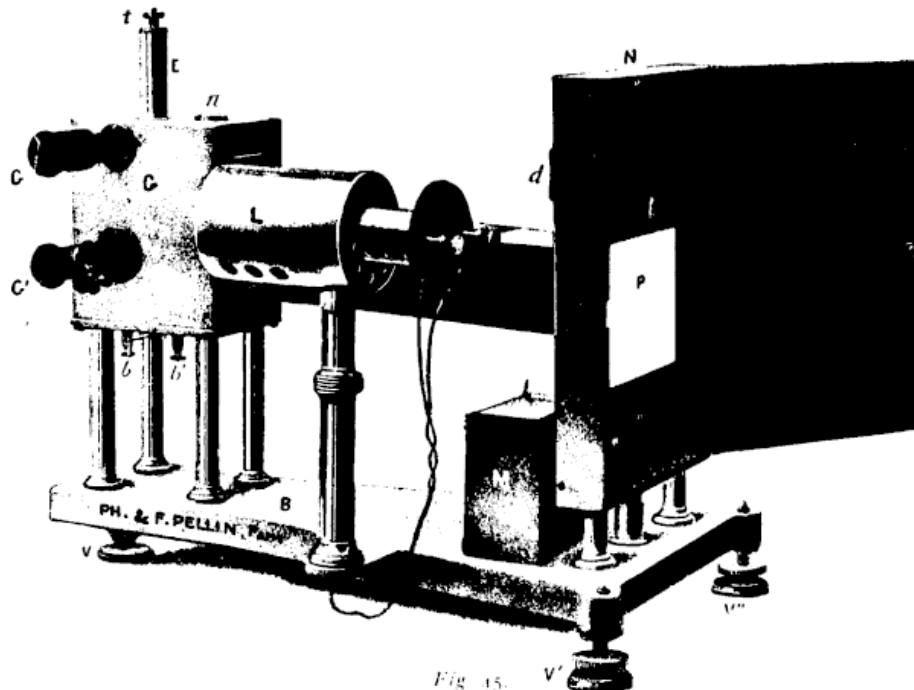


Fig. 45.

- 115 Installation** comprenant l'enregistreur *Fig. 45* avec couple thermo-électrique en platine rhodié de 0<sup>m</sup>50 de longueur et canne en nickel. . . . . **1040 fr.**

## MESURE DES DILATATIONS

L'intérêt de la connaissance exacte des coefficients de dilatation des pâtes et couvertes résulte de la constitution même d'un objet céramique quelconque et de son mode de fabrication. Les procédés de mesures directes de ces coefficients de dilatation ont été étudiés d'une manière toute spéciale par M. LE CHATELIER.

Deux méthodes d'une sensibilité à peu près égale s'offrent pour cette mesure : l'une cherche à obtenir une approximation suffisante par l'exagération de l'allongement total : elle emploie des prismes longs et les chauffe à température très élevée, de façon que l'accroissement de longueur puisse être apprécié par une mesure directe. L'autre, la méthode de Fizeau, arrive à la même sensibilité, bien qu'opérant sur un allongement 30 fois moindre, avec des prismes de 1 ou 2 centimètres chauffés à 100°, grâce à une méthode optique de mesure d'une sensibilité extraordinaire, puisque la demi-onde lumineuse qu'elle prend comme unité de longueur est de 0 m. 000000294 soit  $\frac{3}{10.000}$  de millimètre. Chacune de ces méthodes a été étudiée et transformée par M. H. LE CHATELIER en vue spécialement des mesures industrielles c'est-à-dire de celles où une approximation de 1/100 du coefficient obtenu peut être jugée suffisante.

C'est à l'aide de la première méthode que M. H. LE CHATELIER a pu étudier la dilatation des différentes variétés de quartz qui a jeté une lumière nouvelle sur certains phénomènes inexpliqués de la dilatation des pâtes céramiques.

- 116 Dilatamètre de M. H. Le Chatelier**, pour la mesure de la dilatation par la méthode de FIZEAU (*Fig. 46*). . . . . **380 fr.**

Ce dilatamètre est une application de la méthode bien connue de FIZEAU (1).

(1) Appareil employé par M. EMILIO DAMIER, *Ingénieur civil des Mines*, pour la mesure des dilatations des pâtes et couvertes de porcelaine, et l'examen des défauts de fabrication et accidents se rattachant à la question des dilatations.

Et par MM. L. GRENET et CHATELIER, *Ingénieurs civils des Mines*, pour la mesure des dilatations des borates et silicates fusibles.

Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.

Lorsqu'on examine par réflexion une surface polie et réfléchissante mise au contact d'une lentille convexe, on voit se former des anneaux colorés ; si on substitue, à la lumière blanche, la lumière monochromatique du sodium, on obtient des anneaux qui sont alternativement noirs et jaunes ; dans ce cas, si l'on *écarte* légèrement de la lentille le plan poli, les anneaux *paraissent diminuer* et, gagnant le centre, se réduisent à un point noir qui disparaît : le phénomène se continue jusqu'à disparition complète des anneaux.

Chaque nouvelle extinction d'un anneau noir au centre indique qu'il y a eu un déplacement relatif des deux surfaces exactement égal à une demi-longueur d'onde, soit  $\frac{3}{10.000}$  de millimètre. Inversement, si l'on *rapproche* insensiblement l'un de l'autre un plan poli et une lentille convexe, lorsque les deux surfaces sont très voisines l'une de l'autre, on voit, à un certain moment, apparaître des anneaux concentriques ; si le mouvement d'approche continue, les anneaux *progressent en s'éloignant du centre*, et, pour tout déplacement d'une demi-longueur d'onde, on voit poindre au centre une tache noire qui bientôt s'élargit en un petit cercle, en même temps que disparaît un cercle périphérique.

Cette propriété optique permet, en comptant les cercles noirs qui passent en un point donné, ou mieux les taches noires qui paraissent ou disparaissent au centre, de mesurer, au  $\frac{3}{10.000}$  de millimètre, le déplacement relatif de deux surfaces et d'apprécier le sens du déplacement : elle est le point de départ de la méthode de mesure des dilatations.

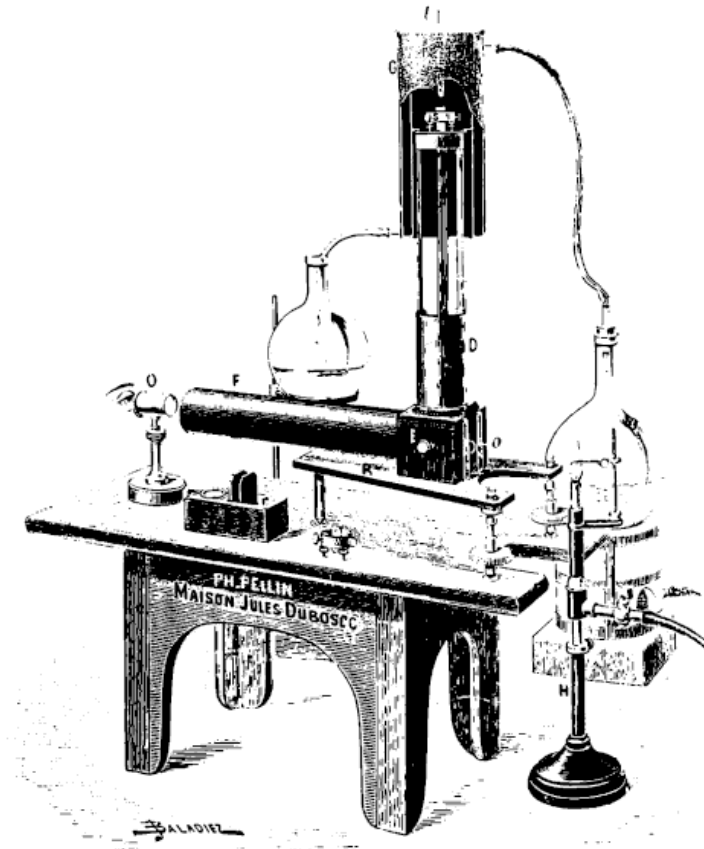


Fig. 46

### Description de l'appareil

Les Fig. 46 et 47 donnent l'ensemble et le schéma de l'appareil.

La Fig. 48 représente l'échantillon dont on veut mesurer la dilatation, maintenu dans un support spécial par trois vis à pointes  $v$   $v'$   $v''$ . Cet échantillon est taillé sous forme de prisme et a une face polie.

Ce support réalise les conditions suivantes :

1<sup>o</sup> Il établit une liaison invariable entre le prisme  $P$  et le support  $S$ , suivant un plan perpendiculaire à la dilatation qu'on veut mesurer.

2<sup>o</sup> Il laisse aux deux corps composant le prisme et le support une indépendance absolue, suivant l'axe de dilatation.

3<sup>o</sup> Il permet de mesurer exactement la hauteur du prisme en expérience, c'est-à-dire la longueur suivant laquelle sera mesurée la différence d'allongement des deux substances.

Les trois tiges filetées  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , avec un pas de  $\frac{1}{10}$  de millimètre sont rigoureusement égales et de longueur telle que, lorsqu'elles occupent leur position normale dans les blocs où elles s'encastrant, la hauteur du plan de suspension formé par l'axe des vis horizontales  $v$   $v'$   $v''$  au-dessus du plan de la base est de 20 millimètres ; la position normale est assurée lorsque les têtes des tiges filetées affleurent exactement la surface supérieure des blocs, ce qui est facile à constater, toutes les surfaces étant bien polies.

Le support contenant le prisme est placé sur une lentille convexe à long foyer (pour que la sphère et le plan tangent puissent être confondus), on voit les anneaux de Newton. Si on chauffe

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

alors l'ensemble du système, le métal du support et la matière du prisme se dilateront : si leurs coefficients de dilatation ne sont pas les mêmes, il y aura un déplacement relatif du plan poli et du plan de base du support qui repose sur la lentille, et par suite mouvement des anneaux. Si les anneaux gagnent le centre, c'est que les deux surfaces s'éloignent l'une de l'autre, la dilatation de la matière est moindre que celle du métal du support. Si les anneaux s'éloignent du centre, la dilatation de la matière est plus grande que celle du support.

Dans les deux cas, le nombre des anneaux paraissant ou disparaissant permettra de mesurer la différence de dilatation entre le métal et la matière, et, si l'on connaît la première, d'en déduire la seconde.

Il suffit donc de compter les anneaux passant en un point pour avoir une mesure de dilatation.

L'approximation sur laquelle on peut compter dans cette méthode est, dans les cas les plus défavorables, de 1/100, c'est-à-dire qu'on peut compter sur l'exactitude à une unité près des deux premiers chiffres des coefficients.

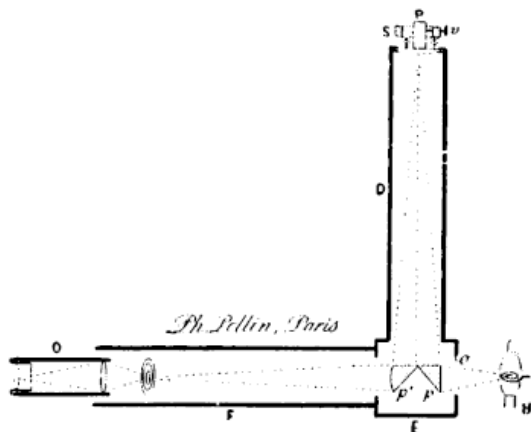


Fig. 47.

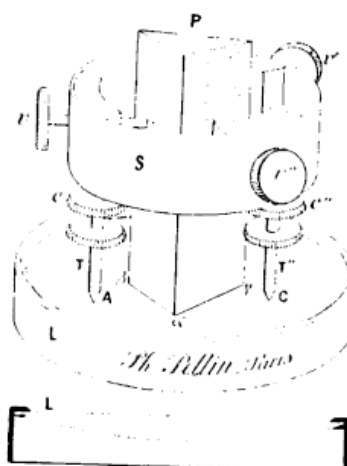


Fig. 48.

Le prisme  $P$  et son support  $S$ , placés sur la lentille biconvexe  $L$  dans les conditions voulues pour donner naissance aux anneaux de Newton en lumière monochromatique, sont posés au sommet d'un support cylindrique creux et évidé  $D$  : la lentille est maintenue par une armature métallique. La face polie du prisme et la lentille sont éclairées au-dessous par un faisceau de lumière jaune émanant d'un brûleur Bunsen  $H$  et réfléchi par un prisme  $p$  à réflexion totale.

Un second prisme  $p'$  à réflexion totale renvoie de même le faisceau lumineux, portant image des anneaux, de façon que cette image puisse être examinée par un oculaire  $O$  placé sur un support.

L'ensemble du système : Lentille  $L$ , support évidé  $D$ , prismes à réflexion totale  $p$   $p'$ , est porté sur un plateau horizontal  $R$ , muni de trois vis calantes au moyen desquelles on peut assurer la verticalité du support  $D$  et, par suite, de l'axe de dilatation du trépied  $S$ .

Les deux prismes  $p$   $p'$  sont montés dans une boîte qui est maintenue en position par un ressort, on peut donc facilement enlever l'ensemble des prismes, les remettre en place sans dérégler l'appareil, au moyen du bouton  $E$ . Un manchon cylindrique  $G$  à double enveloppe coiffe la partie supérieure du support évidé  $D$  et entoure complètement le prisme et la lentille. Il entre à frottement doux sur le tube, ne laissant qu'un étroit orifice de sortie à la cage d'air où est logé le trépied  $S$  ; une bague intérieure le maintient à hauteur convenable.

### Marche des opérations et conduite de l'expérience de mesure d'une dilatation

**1<sup>re</sup> Préparation de l'échantillon.** — On moule ou on use la matière en forme de prisme ayant environ 1 cent. 5 de côté et une hauteur minima de 25 millimètres, on polit l'une des bases du prisme.

**2<sup>o</sup> Réglage de l'appareil.** — On s'assure de la verticalité du support évidé en rendant horizontal le plateau de l'appareil au moyen des vis calantes : on est ainsi assuré d'une incidence normale des rayons lumineux sur la lentille et sur la base du prisme. Puis, après avoir allumé le

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

bec Bunsen et chargé la spirale, plongée dans la flamme, de carbonate de soude fondu qui la rend très éclairante, on place cette source de lumière au foyer principal de la lentille  $L$ , position qui correspond à un éclairage uniforme de toute la lentille.

On regarde dans le tube horizontal l'image d'un objet réfléchissant placé sur la lentille  $L$  et on met en place l'oculaire  $O$ .

**3° Marche de l'expérience.** — La partie la plus délicate de l'expérience est la mise en place du prisme dans son support  $S$ . On place le support sur une glace plane, les têtes des trois tiges filetées affleurant exactement le plan supérieur des blocs ; on desserre les vis de pression horizontales  $v$   $v'$   $v''$ , on glisse le prisme entre les trois pointes des vis, la base polie reposant sur la glace. Puis, maintenant le support entre le pouce et le troisième doigt de la main gauche, et appuyant avec l'index sur la tête du prisme, pour le maintenir contre la glace, on serre les trois vis successivement avec la main droite.

La face polie du prisme est alors exactement dans le plan des trois pointes de  $A$ ,  $B$ ,  $C$  du support. Ceci fait, on retourne le support  $S$  sens dessus dessous et on applique sur la base du prisme la lentille  $L$  enlevée, avec sa monture, du support évidé ; on voit apparaître par réflexion les anneaux colorés en lumière blanche, on tourne deux tiges filetées d'une fraction de tour de manière à faire disparaître les anneaux. Cette disparition donne l'assurance que le plan et la lentille ne sont plus tangents l'un à l'autre, puis on serre les contre-écrous  $e$   $e'$   $e''$  ; on met alors le support  $S$  sur la lentille  $L$  remise en place et on observe avec la lumière jaune ; les anneaux qui avaient disparu en lumière blanche se montrent de nouveau en lumière monochromatique ; on coiffe le support  $D$  du manchon cylindrique muni d'un thermomètre, on laisse ainsi l'appareil le temps nécessaire pour que l'équilibre de température s'établisse dans toutes ses parties.

On note la température, puis on observe la nature du centre des anneaux, centre blanc ou centre noir, ainsi que sa forme approximative, si les anneaux ne sont pas réguliers ; on note l'heure et on fait passer un courant de vapeur dans le manchon à double enveloppe  $G$ , on suit soigneusement le mouvement des anneaux.

Le support  $S$ , étant plus près que le prisme du manchon cylindrique  $G$ , s'échauffe le premier, et il s'ensuit le plus souvent que le prisme commencera par s'éloigner de la lentille, dans ce cas les anneaux se rapprocheront du centre ; si le coefficient du prisme est moindre que celui du support, ce mouvement continuera, s'il est plus grand, les anneaux s'éloigneront du centre.

Dans l'un et l'autre cas on doit suivre avec un grand soin la marche des anneaux. Au bout d'un certain temps le phénomène se régularise, l'extinction ou l'apparition des cercles noirs se fait à intervalles de temps égaux, de sorte qu'en notant les heures on se met à l'abri d'une distraction qui pourrait faire compter une onde de trop ou de moins.

Bientôt l'équilibre s'établit entre la chambre à air et le cylindre ; à ce moment les anneaux ne bougent plus, l'opération est terminée.

#### 4° Calcul du Coefficient de dilatation.

Soient :

$\lambda$  La demi-longueur d'onde de la lumière monochromatique du sodium exprimée en mètres :

$$= 10^{-7}$$

or, on sait que  $\lambda = 0,0000002944 \cdot 10^{-7} = 2944$ .

$t_0$  La température initiale du support et de l'enveloppe : dans les expériences faites à l'École des Mines par MM. E. DAMOUR, CHATENET et GRENET, cette température a oscillé entre 12° et 22°.

$t$  La température finale qui est celle de l'ébullition de l'eau ; elle ne varie qu'avec la pression atmosphérique et peut être mesurée soit par un thermomètre à mercure, soit au baromètre.

$\alpha_0$  Le Coefficient de dilatation moyen de support entre  $t_0$  et  $t$ .

$\alpha$  Le Coefficient de dilatation cherché, du prisme entre les mêmes températures.

Ces deux coefficients sont variables avec les températures  $t_0$  et  $t$  ; mais, en raison des très faibles écarts qu'ont présentés les expériences, on peut admettre que ces variations sont négligeables et que, quels que soient  $t_0$  et  $t$  les coefficients obtenus sont les coefficients moyens entre 15° et 100° ; dans ces conditions la seule donnée nécessaire à la mesure d'une dilatation est la différence

$$t - t_0 = \theta$$

des températures initiale et finale.

$f$  Le nombre de franges observées ; comme on peut apprécier le 1/4 de frange,  $f$  peut être un nombre fractionnaire.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

$l$  La longueur utile du prisme au-dessous du plan de suspension. Cette longueur est de 2 centimètres ou en mètres,  $10^{-2}$ .

Exprimons que le déplacement  $f/\lambda$  de la base du prisme et de la lentille est égal à la différence des allongements du prisme et du support,

$$(1) \quad f/\lambda = (l - l_0) l (x - \lambda)$$

dans cette formule nous prendrons le signe + quand la dilatation du corps est plus grande que celle du support, c'est-à-dire quand les anneaux s'éloignent du centre, le signe - dans le cas contraire.

On aura donc le coefficient par la formule

$$(2) \quad x - \lambda = \frac{f/\lambda}{l - l_0}$$

Où en mettant en valeurs numériques :

$$(3) \quad x - \lambda = \frac{f - 8}{l - 10^{-4} 1472}$$

La formule (3) implique la connaissance de la dilatation du support ; aussi ne suffit-il pas de connaître le coefficient de dilatation du métal qui le constitue ; pour éliminer toute cause d'erreur, il est préférable de faire une mesure directe par une expérience préliminaire portant sur un prisme de quartz taillé suivant l'axe de dilatation connue.

La même équation (1) servira à faire le calcul ; mais c'est alors  $\lambda$  qui est l'inconnue,  $x$  étant la dilatation moyenne du quartz entre 15° et 100°.

D'après les travaux de M. BENOIT, cette dilatation s'exprime par la formule :

$$\text{Dilatation du quartz} = x = 711,1 + 0,86(t + t') \times 10^{-8}$$

$t$  et  $t'$  étant les températures extrêmes.

Les expériences faites à l'Ecole des Mines ont donné pour  $\lambda = 1,112 - 1,100 = 1,109$ .

On a adopté pour  $\lambda$  dilatation du support 1,110.

La formule numérique donnant la dilatation moyenne d'un corps entre 15° et 100° est donc :

$$x = 1,110 + \frac{1472}{l} \times 10^{-8}$$

**Exemple :** Mesure faite sur un verre obtenu par la fusion d'un mélange de

84,8 verre de Saint-Gobain.

15,2 Borax.

Il y a eu 16 passages du centre noir donc  $f = 16$

température initiale  $t'' = 18^{\circ}8$

température finale  $t = 100^{\circ}2$

Hauteur barométrique  $H = 766$ .

$$l = t - t_0 = 81,4$$

$$x = 1,110 + \frac{1472 \times 16}{81,4} \times 10^{-8} = 821 \times 10^{-8}$$

La connaissance exacte des coefficients de dilatation permet d'éviter en fabrication les pertes qui résultent des pièces qui tressaillent ou écaillent (2).

(1) Société de physique, février 1897. Mémoire de MM. EMILIO DAMOUR et L. GRIGNET, Ingénieurs civils des Mines. *Bulletins de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, février et juin 1897.

(2) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 4<sup>e</sup> série, tome III, octobre 1898.

**Maison SOLEIL - J. DUBOSQ.**

- 117 Lunette viseur, avec mire à réticule de MM. LE CHATELIER et COUPEAU, servant à mesurer la déviation angulaire, dans un plan vertical, d'un petit miroir de silice ; de cette déviation et par leur méthode, on obtient la mesure de la dilatation à de hautes températures (Fig. 49). . . . . 380 fr.**

*Cette méthode de la mesure des dilatations permet d'atteindre la température de 1000°, et elle est assez simple pour convenir aux laboratoires d'usines. On procède par comparaison avec une tige de porcelaine, dont la dilatation a été déterminée par des expériences antérieures. La différence de dilatation entre le corps étudié et cette tige-étalon est mesurée par l'inclinaison du petit miroir en silice fondu, capable de supporter sans altération des températures très élevées.*

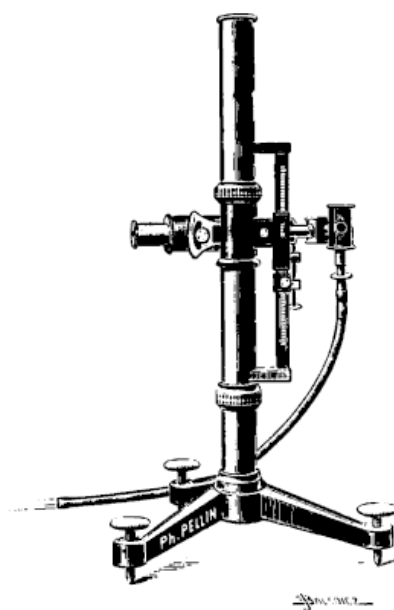


Fig. 49.

Cet appareil se compose d'une colonne verticale fixée sur un pied à trois vis calantes. Sur cette colonne peut glisser et être fixé en une position quelconque, par une vis de pression, un tube portant une règle divisée en millimètres. Cette règle porte elle-même un chariot, mobile sur toute sa longueur, muni d'un vernier permettant d'apprécier le dixième de millimètre.

Sur ce chariot est greffée une boîte cubique contenant un prisme à réflexion totale sur l'une des faces rectangulaires duquel est tracé un trait horizontal éclairé par un bec de gaz latéral ou une petite lampe à essence minérale : la face à 45° du prisme à réflexion totale ayant pour objet de diriger les rayons lumineux dans la direction de l'axe du tube contenant le miroir de silice.

Sur le tube portant la règle divisée et le système éclairant, peut coulisser un anneau portant une lunette mobile dans un plan vertical autour d'un axe, de façon à pouvoir faciliter l'admission des rayons réfléchis sur le miroir suivant la direction de l'axe de la lunette.

Cette lunette porte en outre à son oculaire un réticule composé de deux fils croisés.

- 118 Installation de M. Charpy, pour la mesure des dilatations. . . . . 1070 fr.**  
comprenant :

- 1° Four électrique complet suivant les données de M. Charpy. (Longueur du tube de chauffe 30 centimètres ; diamètre intérieur du tube 30 millimètres) ;
- 2° Règle support en porcelaine de 35 centimètres de longueur ;
- 3° Lunette viseur, avec mire à réticule de MM. Le Chatelier et Coupeau ;
- 4° Galvanomètre Deprez d'Arsonval (modèle à miroir) ;
- 5° Echelle de lecture ;
- 6° Couple-platine rhodié de 80 centimètres de longueur avec canne pyrométrique de 50 centimètres de longueur.

**Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.**



Cette installation est celle dont se sert M. Charpy aux Forges de Saint-Jacques à Montluçon (1).

Dans cette installation, le but des dispositions spéciales adoptées est de rendre complètement indépendants, d'une part l'échantillon à étudier et le support en porcelaine, d'autre part l'appareil de chauffage (four électrique). Le support en porcelaine a 35 centimètres de longueur ; il repose à ses extrémités sur deux supports à galets qui lui permettent de se dilater librement. Le four électrique est suspendu à deux crochets réglables par vis. On peut ainsi centrer le support en porcelaine et l'échantillon par rapport au four électrique.

**119 Dilatomètre à cadran pour lectures directes (Fig. 50).**

Comprenant un four électrique : Diamètre sur tube de chauffe. . . . . 30<sup>m</sup>  
Longueur . . . . . 30<sup>m</sup>  
Un cadran à aiguille avec amplificateur monté sur le socle du four.  
Une règle support pour recevoir les échantillons.

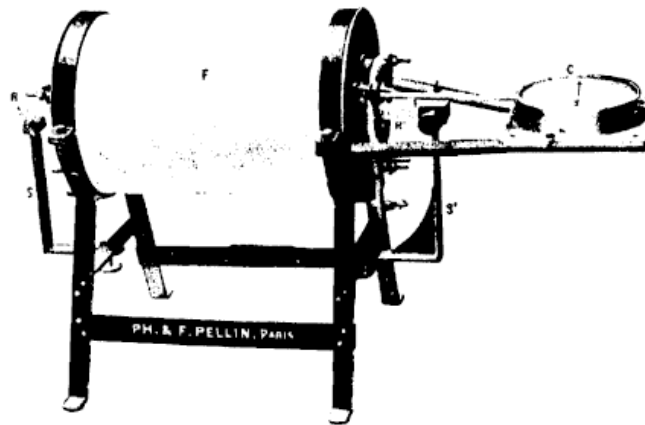


Fig. 50

Installation suivant détail n° 119. . . . . 460 fr.

**120 Dilatomètre enregistreur photographique de MM. Ph. et F. Pellin (Fig. 51 et 52).**

Cet appareil permet d'enregistrer photographiquement la dilatation d'un corps en fonction des températures.

Il se compose d'un four électrique ou à gaz muni de deux supports *S S'* (Fig. 51), l'un à pince de serrage et l'autre à galets mobiles ; une règle *R* en porcelaine de Bayeux de forme appropriée reçoit les échantillons à étudier ; elle est fixée à l'une de ses extrémités par une pince *P* et repose librement à l'extrémité opposée sur le galet mobile *G*.

La pince *P* est surmontée d'un miroir articulé *M* qui reçoit l'image d'un petit trou placé à l'intérieur du collimateur *C* au foyer principal de l'objectif *O* et la réfléchit sur le prisme à réflexion totale porté par l'équipage mobile du galvanomètre. Celui-ci en renvoi sur la plaque sensible de la chambre photographique ; l'éclairage est obtenu par une lampe Nernst placée à l'intérieur de l'enveloppe *L*. L'image d'un spot à réticule placé à l'intérieur du collimateur coudé *J* est reçue par un prisme porté par l'équipage mobile du galvanomètre qui la réfléchit sur l'échelle divisée sur verre *E*, ce qui permet de suivre l'expérience, évitant ainsi un deuxième galvanomètre. L'éclairage de ce dispositif est fait par la même source de lumière à l'aide d'un prisme à réflexion totale *I* placé sur le côté de l'enveloppe *L*.

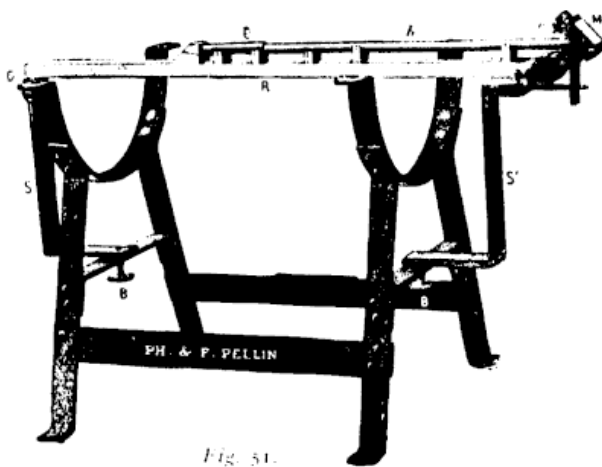


Fig. 51.

(1) Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Avril 1903.

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

Le galvanomètre est du genre Depretz-Darsonval, sa force électromotrice est réglée pour qu'à la température de  $100^{\circ}$  son déplacement soit de  $170^{\circ}$  sur la plaque photographique.

Tous les organes de ce galvanomètre sont enfermés dans une boîte en aluminium *I*. Cette boîte est divisée en deux compartiments, l'un étanche à la lumière pour l'enregistrement photographique, l'autre pour le dispositif d'éclairement sur l'échelle divisée sur verre *E*. Un niveau circulaire *n* permet de régler l'horizontalité de l'appareil.

L'ensemble de cet appareil est monté sur un bâti en aluminium muni de trois vis calantes.

La règle en porcelaine *R*, qui sert de support à l'échantillon, est munie d'une butée fixe et de 5 chevalets en forme de V permettant d'opérer avec des échantillons de  $50^{\circ}$  ou  $100^{\circ}$  : la butée

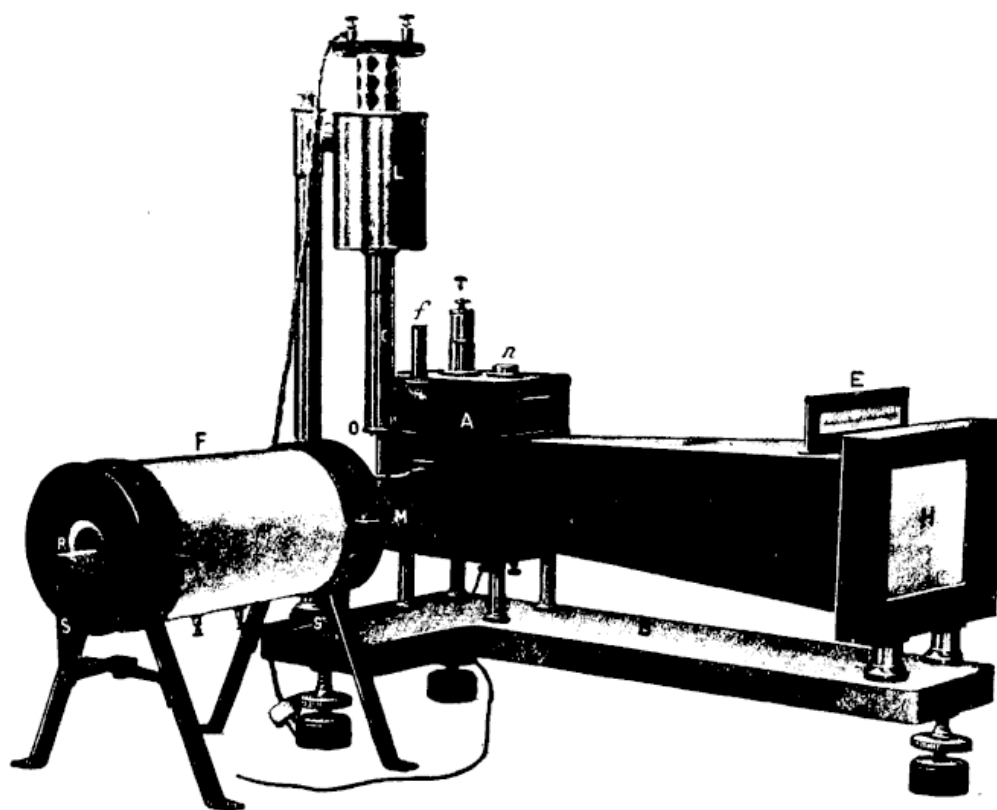


Fig. 12.

et les chevalets sont garnis de platine pour faciliter le glissement pendant l'expérience et éviter, au refroidissement, l'adhérence de l'échantillon au support en porcelaine.

Nous livrons avec chaque appareil deux baguettes en porcelaine *I* ; l'une pour les échantillons de  $50^{\circ}$ , l'autre pour les échantillons de  $100^{\circ}$ .

### Fonctionnement de l'appareil

Placer l'échantillon à étudier et la baguette de porcelaine *I* sur les chevalets de la règle *R* ; introduire celle-ci à l'intérieur du four, engager l'une des extrémités dans le logement du support et la fixer au moyen du bouton *b*, l'autre extrémité repose librement sur le galet mobile *s*.

Introduire alors le couple thermo-électrique dans le four le plus près possible de l'échantillon, le relier aux bornes du galvanomètre en ayant soin de vérifier le sens de la déviation et l'horizontalité de l'appareil ; allumer alors la lampe et s'assurer que le point lumineux et le réticule du spot sont bien à zéro.

Achever le réglage des images au moyen de la tête de torsion *T*, pour la plaque, et par le bouton *r*, pour le zéro de l'échelle. Une fois ce réglage fait, mettre le four en fonction et commencer l'expérience.

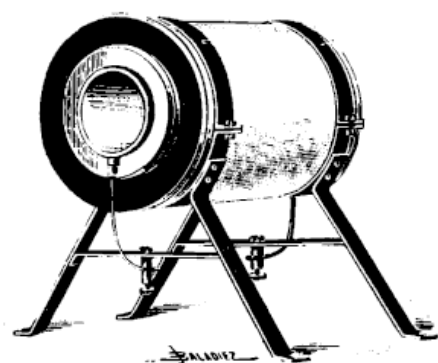
Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

- 121 Installation complète du dilatomètre enregistreur** (*Fig. 51 et 52*) comprenant :
- 1<sup>re</sup> Le galvanomètre et sa partie photographique montés sur le bâti B.
  - 2<sup>re</sup> Les deux supports S S' (*Fig. 51*).
  - 3<sup>re</sup> Un four électrique : diamètre intérieur du tube de chauffe 40 <sup>mm</sup> et de 30 <sup>cm</sup> de longueur.
  - 4<sup>re</sup> Un couple Platine-Platine rhodié de 50 <sup>cm</sup> de longueur enfermé dans une canne en nickel.
  - 5<sup>re</sup> Une règle support en porcelaine.
  - 6<sup>re</sup> Deux baguettes en porcelaine pour échantillons de 50 et 100 millimètres.
  - 7<sup>re</sup> Cinq mètres de câble souple sous les connections.
- Prix. . . . . **1.400 fr.**

## Fours Électriques

- 12 Four électrique horizontal** (*Fig. 53*).

Designation	Diamètre intérieur du tube de chauffe	Longueur du tube de chauffe	Partie recouverte par la spirale de platine	Puissance absorbée en watts	Température	Prix
<b>123</b> A	40 millimèt.	30 centimèt.	30 centimèt.	2.400	1.450 degrés	<b>280</b>
B	50 "	30 "	30 "	2.600	1.450 "	<b>310</b>
C	65 "	30 "	30 "	3.000	1.400 "	<b>345</b>



*Fig. 53.*

### Tubes de Chauffe de rechange.

- 124** Tube de rechange, pour le four A. **140 fr.**  
**125** " " " " B. **170 fr.**  
**126** " " " " C. **205 fr.**

Nous nous chargeons de réparer les tubes en service auxquels il serait arrivé un accident.

Les fours A, B, C, peuvent être montés avec axe mobile moyennant un supplément variant de **40 à 80 fr.**

**Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

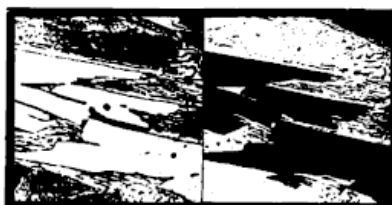
# COLLECTION MÉTALLOGRAPHIQUE POUR PROJECTIONS

## CLICHÉS SUR VERRE

		Diamètres
1. — <b>Cristal-Acier Tschernof.</b> — Préparation de l'échantillon. Emeri 000. Potée 0000. Alumine 4 heures. Attaque par l'acide picrique.	<i>Grossissement</i> ..	200
2. — <b>Type d'inclusions dans la gomme laque.</b> — Inclusions de tôles de grains, de fonte, etc. Grandeur nature.	<i>Grossissement</i> ..	50
3. — <b>Type d'analyse métallographique complète.</b> — Fonte phosphoreuse. Attaque: 1° par l'acide picrique; 2° Picrate soude, 30 secondes; 3° Picrate soude, 3 minutes; 4° Nettoyage à l'alumine et attaque par l'acide picrique.	<i>Grossissement</i> ..	200
4. — <b>Polissage d'un grain isolé de fonte.</b> — Montrant la netteté des bords grâce à l'inclusion.	<i>Grossissement</i> ..	50
5. — <b>Collection</b> de douze images repérées, montrant les plans successifs d'un <b>alliage antifriction.</b>	<i>Grossissement</i> ..	50

## Fer Carbone

6. — <b>Ferrite.</b> — Structure cellulaire.	<i>Grossissement</i> ..	200
7. — <b>Cémentite.</b> — Attaque à l'acide picrique. Coloration de la perlite. Coloration noire de la cémentite par le picrate de soude.	<i>Grossissement</i> ..	200



N° 7.

8. — <b>Graphite.</b> — Fonte grise. Bas relief. Lamelles courbes de graphite. Attaque à l'acide picrique et au picrate.	<i>Grossissement</i> ..	200
9. — <b>Produits de la trempe d'acier hypereutectique.</b> — Martensite. Austenite (blanc), Osmondite (Troostite).	<i>Grossissement</i> ..	200
10. — <b>Perlite.</b> — Attaque à l'acide picrique et au picrate.	<i>Grossissement</i> ..	200
11. — <b>Filiation de trempe.</b> — Martensite en bas. Osmondite et Perlite primitive.	<i>Grossissement</i> ..	50
12. — <b>Détails de la Filiation.</b> — 1 Perlite primitive. 2. 3. 4. 5. Osmondite. 6 Martensite avec traces d'Osmondite.	<i>Grossissement</i> ..	200

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

13. — **Scories dans le Fer.** — Bas relief, polissage sans attaque, Acide picrique.  
*Grossissement*, . 200



N° 13.

14. — **Acier avec scories.** 0,5 C. *Grossissement*, . 200  
 15. — **Fonte sulfureuse.** (Sulfure de manganèse). Repérage. — 50  
 16. — **Fonte blanche pure** à 3,5 de C. Attaque à l'acide picrique et au picrate.  
*Grossissement*, . 200  
 17. — **Fonte blanche** avec 0,1 de phosphore. 4,5 de C. — 50



N° 17.

18. — **Fonte truitée.** — Attaque à l'acide picrique. Attaque au picrate de soude.  
*Grossissement*, . 200  
 19. — **Fonte grise phosphoreuse.** — Bas-relief. Attaque par l'acide picrique. Attaque électrolytique par la soude (Coste). (L'eutectique phosphoreux est seul coloré.)  
*Grossissement*, . 200



N° 19.

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

20. — **Fonte blanche phosphoreuse.** Attaque à l'acide picrique. Attaque électrolytique par la soude (Coste). (L'eutectique phosphoreux est seul coloré.) Diamètres  
Grossissement... 50



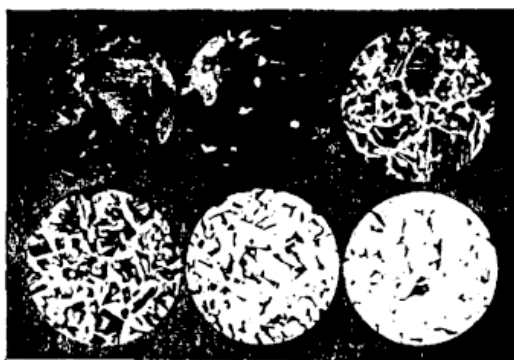
N° 20.

21. — **Filiation des fontes** hypo et hyperéutectiques. — 50  
22. — **Fil de fer cémenté.** — Teneur en carbone de 0 à 1 0/0. — 50  
23. — **Filiation Fer Carbone** de 0 à 3,5 de carbone. — 50



N° 23.

24. — **Malléabilisation d'une Fonte.** — 200  
25. — **Gamme d'aciers** 0.1—0.2—0.4—0.5—0.7 et 0.85 de carbone. — 200  
26. — **Analyse d'un acier à 0,3 de carbone.** (Bas-relief). Attaque à l'acide picrique. Grossissement... 200  
27. — **Analyse d'un acier à 1 0/0 de carbone.** — Réseau de cémentite mis en évidence par attaque au picrate de soude. Grossissement... 200



N° 27.

28. — **Attaques successives** d'un même échantillon d'acier par l'acide picrique. Grossissement... 200  
29. — **Acier surchauffé.** — Nodules d'oxyde. — 200

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.

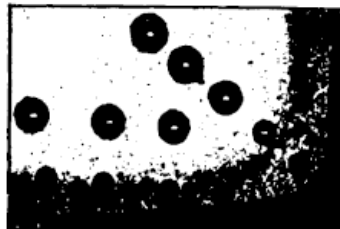
30. -- Poudre de fontes.

Diamètres  
Grossissement... 50

N° 30.

31. — Fer électrolytique cémenté. Empreintes presse micrographique.  
(Marteau de dureté).

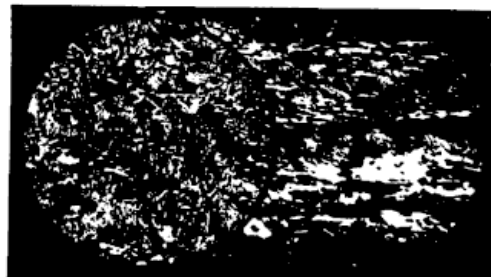
Grossissement... 50



N° 31.

32. — Structure d'une barre d'acier. — Coupe longitudinale et transversale.

Grossissement... 200



N° 32.

33. — Acier trempé. -- 1<sup>re</sup> Attaque à l'acide picrique (Osmondite) ; 2<sup>e</sup> Prolongation  
de l'attaque, la martensite apparaît.

Grossissement... 200

34. — Fil d'acier écaillé et recuit

	Ecaillé	Recuit	
Allongement.....	4-4	23-5	
Charge rupture....	73 <sup>k</sup> 8	37 <sup>k</sup> 7	Grossissement... 200

35. — Lingots d'acier. — Poche de Retassure.

direct.

36. — Lingot d'acier. -- Ségrégation.

37. — Le même lingot après traitement mécanique.

—

38. — Fonte grise phosphoreuse. — Bas-relief. Attaque acide picrique. Attaque  
picrate. Nettoyage à l'alumine mettant en évidence le phosphore.

Grossissement... 200

Maison SOLEIL - J. DUBOSCQ.

		Diamètres
39. — <b>Aciers au nickel.</b> — Perlitique, Martensitique, Martensitique et fer 7. Fer 7.		
40. — <b>Aciers au chrome.</b> — Perlite, Osmondite, Martensite et carbure double.		
	Grossissement, ,	200
41. — <b>Acier puddlé.</b> — Scories, Perlite, Ferrite et Cémentation.	—	50

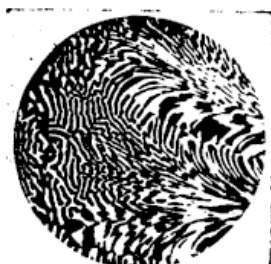


N° 41.

42. — <b>Acier estampé.</b> — Osmondite et recuit perlite.	—	200
--	---	-----

### Différents Types d'Eutectiques

43. — <b>Plomb Etain.</b> — <b>Etain Cadmium.</b> — <b>Plomb Bismuth.</b> — <b>Cuivre Phosphore.</b>		
— <b>Cuivre argent.</b> — <b>Plomb Antimoine.</b>	Grossissement, ,	150
44. — <b>Eutectique.</b> — <b>Cuivre Phosphore.</b>		150



N° 44.

45. — <b>Eutectique.</b> <b>Cuivre argent.</b>	—	150
46. — <b>Eutectique.</b> <b>Cuivre oxydure de cuivre.</b>	—	150
47. — <b>Eutectique.</b> <b>Argent Antimoine.</b>	—	150
48. — <b>Eutectique Ternaire.</b> — <b>Plomb, Etain, Antimoine.</b>	—	150



N° 48.

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.



## Bronzes

			Diamètres
49.	<b>Bronzes. Gamme de Bronze</b>	0 à 24 0/0 Étain.	<i>Grossissement</i> . . . 50
50.		32 à 40 0/0 Étain.	50



N<sup>os</sup> 48, 50, 54, 56, 58, 60, 62, 65.

## Filiation des Bronzes

51.	<b>Teneurs en étain</b>	de 12 à 25 0.0	} <i>Grossissement</i> . . . 500
52.		de 15 à 40	
53.		de 40 à 100	

## Laitons

54.	<b>Teneurs en cuivre</b> 65, 62, 60, 58, 56, 52, 54, 50, 48.	<i>Grossissement</i> . . . 50
55.	<b>Filiation des alliages industriels</b> de 65 à 40 0.0 d' cuivre.	50
56.	<b>Roue de montre.</b>	50
57.	<b>Laiton coulé et martelé.</b>	50



N<sup>o</sup> 57.

58.	<b>Laiton recuit.</b> — Cristaux macles.	50
59.	<b>Influence de l'écroutissage</b> sur un laiton de 60 0/0. Déformation. Structure. Changement de dureté.	<i>Grossissement</i> . . . 50

Maison **SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

## Alliages divers

60. — **Filiation.** Plomb-Etain.



N° 60.

61. — **Filiation.** Plomb-Antimoine, empreintes presse micrographique.

62. — Argent-Cuivre.

63. — Etain-Cadmium.



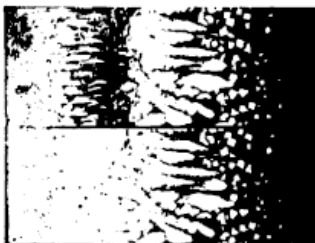
N° 63.

64. — **Structure d'un alliage Etain Cadmium 50 0/0.** Coulé et laminé.

65. — **Groupe d'antifrictions.**

66. — **Filiation.** Bismuth-Antimoine.

67. — Etain-Antimoine.



N° 67



N° 67 bis.

68. — **Filiation.** Cuivre-Aluminium.

69. — Argent-Etain.

70. — Argent-Antimoine.

71. — Cuivre-Antimoine.

72. — **Influence de la vitesse de refroidissement** sur la structure des alliages.

73. — **Laiton trempé.**

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris

74. **Echantillons** fausses monnaies d'argent.
75. — **Phosphore en excès dans les bronzes** caractérisé par les filets blancs de l'attaque au picrate. *Grossissement* . . . 200
76. — **Oxydure de cuivre** dans une tôle soudée.
77. **Figures de corrosion** du cuivre électrolytique. *Grossissement* . . . 200
78. — **Empreintes** sur la filiation plomb-étain.
79. — **Cuivre écroui et recuit à 300°**. Dureté avant et après recuit.
80. **Fil cuivre** 1 mm, étiré à rupture. Empreinte sur la striction à 1 centimètre de la striction et sur le même fil recuit.
81. **Filiation Bismuth Etain.** Empreintes.



N° 81.

82. — **Antifriiction.** Plomb, Etain, Antimoine, Azotate d'argent et Perchlorure.
- 127** **Collection complète** comprenant les 82 clichés . . . . . **400 fr.**

Maison **SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

## TABLE DES MATIÈRES

A	N <sup>os</sup>
Accessoires pour fours électriques. . . . .	124-126
— — machines à polir les métaux. . . . .	40-41
— — métallographie. . . . .	4 à 10
C	
Câble souple. . . . .	81
Canes pyrométriques. . . . .	71-83
Chambres d'agrandissement pour la métallographie. . . . .	4 à 7
Collection de clichés métallographiques pour projection. . . . .	127
Colorimètres J. Duboscq et Ph. Pellin. . . . .	51 à 57
Commutateurs à plusieurs directions pour pyrométrie. . . . .	88 à 93
Couples thermo-électriques en Platine-Platine Rhodié. . . . .	70
— — Fer-Constantan. . . . .	84
— — Nickel-Constantan . . . . .	86-87
— — avec presse-étoupe. . . . .	82
D	
Dilatamètre optique de M. Le Chatelier . . . . .	116
— électrique à cadran . . . . .	119
— — à enregistrement photographique Ph. et F. Pellin . . . . .	120-121
E	
Écrans monochromatiques pour la métallographie . . . . .	18
F	
Feuilles de papier divisé pour galvanomètre enregistreur . . . . .	63
Flacon d'encre — — — — — . . . . .	62
Fours électriques . . . . .	122-123

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans. Paris.

## G

N<sup>os</sup>

Galvanomètre à lecture directe de M. Le Chatelier . . . . .	58-59
— et enregistreur de M. Le Chatelier . . . . .	60-61
— sur papier continu . . . . .	64 à 67
— de laboratoire de M. Féry . . . . .	94
— double de MM. Le Chatelier — Saladin . . . . .	108
— — — — Broniewski . . . . .	110
— enregistreur photographique à tambour de M. Coste . . . . .	112
— — à plaque de M. Étienne . . . . .	114

## I

Installation pour la macrophotographie . . . . .	28-29
— métallographie . . . . .	11-13
— — sur banc en chêne . . . . .	13-15
— — en fonte de fer . . . . .	16 à 19
— de MM. Le Chatelier — Saladin . . . . .	108-109
— — — — Broniewski . . . . .	110-111
— de M. Coste . . . . .	112-113
— — Charpy . . . . .	118
— — Étienne . . . . .	114-115
— — Ph. et F. Pellin . . . . .	120-121

## L

Lampe Nernst . . . . .	10
Lentille d'éclairnement . . . . .	9
Loupe de mise au point . . . . .	11
Lunette pyrométrique industrielle de M. Féry . . . . .	97-99-100
— viseur de MM. Le Chatelier et Coupeau . . . . .	117

## M

Machines à polir . . . . .	38 à 43
Magasins de papier pour galvanomètre à enregistrement continu . . . . .	(8)
Marteau de dureté . . . . .	37
Microscope de M. Le Chatelier . . . . .	1 à 3
— de M. Guillet . . . . .	30-32
— pour la mesure des empreintes de billes . . . . .	33-34
— à chariot micrométrique . . . . .	36

## O

Objectifs . . . . .	1
Objectifs Zeiss . . . . .	11 à 19
Oculaires — . . . . .	1
Oculaires à projection Zeiss . . . . .	11 à 19

Maison **SOLEIL - J. DUBOSCQ.**

<b>P</b>	N <sup>os</sup>
Pyromètre optique de M. Le Chatelier . . . . .	104
— — de M. Féry . . . . .	106
— — thermo-électrique de M. Féry . . . . .	94 à 100
Pieds à trois branches . . . . .	103-105-107

<b>R</b>	
Règle divisée de M. Le Chatelier pour la mesure des empreintes . . . . .	35
Régulateurs électriques à main . . . . .	20-21
— — automatiques . . . . .	22-23
Rubans encreurs pour galvanomètres enregistreurs . . . . .	68

<b>S</b>	
Spectroscope à vision directe . . . . .	44
— — de M. Cornu, à grande et moyenne disposition . . . . .	45-46
— — pour métallurgistes . . . . .	47 à 50
Support spécial pour cuves d'absorption . . . . .	11

<b>T</b>	
Tableaux des grossissements des objectifs et oculaires . . . . .	24 à 27
Télescope pyrométrique de M. Féry . . . . .	101
Trousse métallographique de M. Guillet . . . . .	30
Tubes en porcelaine . . . . .	72-76
Tubes en silice fondue . . . . .	76-80
— de rechange pour fours électriques . . . . .	124-126

=====

Ph. et F. PELLIN, 5, avenue d'Orléans, Paris.



**I et II. — Sources lumineuses et Appareils de projection.**

Lumière solaire — Héliostats — Porte-lumière — Lumières artificielles  
Lumière oxhydrique — Oxyéthérique — Lumière électrique  
Lanternes diverses — Appareils de projection, modèle simple et perfectionné  
Prisme redresseur — Microscopes solaires — Appareil vertical — Polyorama  
Mégascope — Appareils de projection dans la lumière polarisée.

**III. — Photométrie.**

Unités diverses — Unité étalon — Photomètres industriels et de haute précision  
Spectrophotomètres — Mesure des intensités — Photopolarimètre.

**IV. — Interférences — Diffraction — Polarisation — Double réfraction.**

Appareils pour les expériences d'interférences — Diffraction — Anneaux colorés  
Réseaux — Polariseurs — Analyseurs — Appareils divers.

**V. — Réflexion — Réfraction — Vision.**

Miroirs, plans, concaves, convexes, cylindriques, coniques, magiques — Miroirs en métal  
Prismes — Décomposition et recombinaison de la lumière — Achromatisme  
Lentilles concaves, convexes, périscopiques, à échelons, achromatiques  
Focomètres — Diasporamètres

Chambres claires — Chambres noires — Lunettes astronomiques — Télescopes  
Microscopes — Jumelles — Œils artificiels, différents modèles  
Ophtalmoscopes — Optomètres — Persistance des impressions sur la rétine  
Illusions d'optiques — Stéréoscopes — Appareils de photographie.

**VI. — Spectroscopie. — Fluorescence. — Phosphorescence.**

Spectroscopes prismes de 60° en flint, quartz, spath, spath fluor  
Spectroscopes à vision directe, petits et grands modèles  
Spectromètres BROCA PELLIN, directement gradués en unités Angström  
Spectrographes grands modèles, prismes de flint — prismes de quartz — Spath — Spath-fluor  
Réseaux — Microscopes à chariot micrométrique  
Hématospectroscopes et Spectroscopes biologiques — Spectrophotomètres — Phosphoroscopes  
Radiophone.

**VII. — Appareils de mesure.**

Sphéromètres — Lunettes viseurs — Cathétomètres — Machines à diviser  
Micromètres — Goniomètres divers — Réfractomètres de recherche — Réfractomètres industriels  
Dilatamètres — Focomètres — Diasporamètres  
Ellipsomètre — Chronographe enregistreur, différents modèles  
Enregistreurs pour le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique.

**VIII. — Polarimétrie. — Colorimétrie.**

Polarimètres et Saccharimètres PELLIN à champs concentriques — à champs juxtaposés  
Polariseurs à angle variable, grands et petits modèles  
Polarimètre — Saccharimètre J. DUBOSCQ — Diabétomètre YVON — Glycosimètre YVON-PELLIN  
Colorimètres — Chromatomètres — Accessoires pour Laboratoire

**IX. — Métallurgie.**

Microscopes de M. LE CHATELIER pour la Métallographie, divers modèles — Machines à polir  
Marteau de dureté — Microscope pour empreintes  
Pyromètres à lecture directe, enregistreurs 24 heures — enregistreurs continus  
Mesure et enregistrement des dilatations  
Points critiques — Appareil de MM. H. LE CHATELIER et SALADIN  
Appareils de MM. LE CHATELIER et BRONIEWSKI — COSTE ETIENNE — PH. et F. PELLIN.

**X. — Météorologie.**

Appareils employés dans les Observatoires météorologiques.

**XI. — T. S. F.**

Matériel de télégraphie sans fil; Transmission — Réception.

(Série 1914)



---

Imp. de Vaugirard, H.-L. MORIT, Directeur, 12-13, Impasse Ronsin. — Paris

---