

Sté A^{me} de Commentry, Fourchambault et Decazeville

USINES A IMPHY, MONTLUÇON, MAZIÈRES, DECAZEVILLE, PAMIER, TARASCON-SUR-ARIÈGE, LE CASTELET
HOUILLÈRES A BRASSAC, DECAZEVILLE, CAMPAGNAC — MINES DE FER A PUYMORENS

CAPITAL SOCIAL : 60.500.000 FRANCS



SIÈGE SOCIAL :

84. Rue de Lille — PARIS (7^e)

Tél. : LITTRÉ 81-04 et 81-05

Tél. : INTER : LITTRÉ 28

ACIÉRIES D'IMPHY

Reg. du Comm. NEVERS 152 B1

(Nièvre)

Téléphone : NEVERS 0-31

“ une des petites forges qui est à IMPHY dans le Nivernois. Gens sur l'exactitude de qui je puis me fier.....”

Monsieur de RÉAUMUR.

L'ART D'ADOUCCIR LE FER FONDU (1722)

RHÉOSTATS AUTOMATIQUES
RÉGULATEURS DE TEMPÉRATURE



STÉ AME DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

RHÉOSTATS AUTOMATIQUES RÉGULATEURS DE TEMPÉRATURE

SOMMAIRE

	Pages
Introduction	3
I. — Principe.....	3
II. — Description	5
1 ^o Installation de chauffe simple :	
Rhéostat automatique à mouvement d'horlogerie.....	5
2 ^o Installation de chauffe avec régulateur de température.....	8
A. — Appareillage à pyromètre à dilatation.....	8
Rhéostat automatique à 3 curseurs	8
Pyromètre dilatométrique régulateur.....	8
Relais multiple.....	10
B. — Appareillage à fil dilatable.....	12
Rhéostat automatique à double commande du curseur....	12
Régulateur d'intensité à fil dilatable et réglage micrométrique	12
Shunt variable.....	14



RHÉOSTATS AUTOMATIQUES RÉGULATEURS DE TEMPÉRATURE

Pour les expériences d'analyse thermique et pour un grand nombre d'essais dans lesquels l'échantillon est porté à haute température, il est commode d'utiliser un appareil assurant une allure régulière de la chauffe ou du refroidissement. Dans le cas très fréquent d'un chauffage électrique, cet appareil consiste en un *rhéostat automatique* dont un mécanisme fait varier la résistance selon une loi fixée d'avance.

Dans certaines recherches d'ordre physique ou chimique et, en particulier, dans l'étude des transformations des alliages : transformation d'équilibre s'effectuant lentement; destruction progressive des faux-équilibres comme dans la trempe structurale des alliages légers ou des alliages similaires, etc., il faut, non seulement soumettre un échantillon à un cycle thermique décrit à une vitesse donnée, mais encore lui faire subir un recuit isotherme de durée quelconque. Le rhéostat automatique doit alors être doublé d'un *régulateur de température*.

Ces différents problèmes ont reçu au Laboratoire de recherches de la Société de Commentry-Fourchambault & Decazeville, à Imphy, les solutions suivantes, dont nous indiquerons d'abord le principe, avant d'en exposer la réalisation pratique.

I — PRINCIPE

Il existe deux catégories d'installations de chauffe :

1° **Installation de chauffe simple.** — L'appareillage comprend un four électrique associé à un rhéostat automatique dont le curseur est mû par un mouvement d'horlogerie à plusieurs vitesses. On peut ainsi réaliser plusieurs vitesses de chauffe ou de refroidissement, parfaitement régulières et constantes d'une opération à l'autre.



STÉ A^{ME} DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

2° Installations de chauffe avec régulateurs de température. — L'appareillage permet de faire croître, puis décroître la température d'un four à une vitesse donnée et, dans l'intervalle, de la maintenir constante aussi longtemps qu'on le désire. Il existe deux solutions de ce problème :

a) *Première solution : Appareillage régulateur de température à pyromètre à dilatation.*

Le pyromètre comporte une aiguille qui agit sur l'alimentation du four par l'intermédiaire d'un relais. Cette alimentation se trouve diminuée ou augmentée dès que l'aiguille se déplace au-delà ou en-deçà du repère correspondant à la température visée.

L'appareil s'applique à tous dispositifs de chauffe, car le relais peut agir sur l'intensité d'alimentation d'un four électrique, sur un débit de gaz, d'huile, de charbon pulvérisé, etc. De plus, l'appareil joue le rôle de pyromètre et dispense par conséquent de tout autre indicateur de température. Par contre, il faut évidemment tolérer la présence du pyromètre à dilatation dans le four, ce qui, dans certains cas, peut faire préférer le régulateur du second type.

Le régulateur du premier type est surtout destiné aux fours à traitement, pour l'exécution des recuits et des revenus isothermes.

L'ensemble de l'appareillage comprend :

- Un four à traitement;
- Un pyromètre dilatométrique régulateur, système CHEVENARD.
- Un relais multiple.
- Un rhéostat automatique à trois curseurs.

b) *Seconde solution : Appareillage régulateur de température à fil dilatable.*

Ce régulateur s'applique uniquement à la chauffe électrique. Un régulateur d'intensité à fil dilatable, monté en série avec le four, maintient constante l'intensité d'alimentation, quelles que soient les fluctuations du réseau.

L'appareil ne dispense pas de l'emploi d'un pyromètre (thermo-électrique ou autre) pour mesurer la température de régime. Par contre, il n'implique aucun organe supplémentaire dans le four; il est particulièrement indiqué pour les commandes de fours de laboratoire, et parmi les applications les plus importantes, on peut citer :

1° L'analyse dilatométrique des matériaux d'après la technique des revenus isothermes (1).

2° L'étude des propriétés visqueuses des alliages sous charge constante et à température constante.

(1) A. PORTEVIN et P. CHEVENARD : *Changement de composition du constituant cémentite au cours du revenu des aciers spéciaux*. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1930, t. 191, p. 408.



L'ensemble de l'appareillage comprend :

- Un four électrique.
- Un régulateur d'intensité à fil dilatable et à réglage micrométrique.
- Un shunt variable.
- Un rhéostat automatique à double commande du curseur.

Pendant la chauffe et le refroidissement, le curseur est mû par un mouvement d'horlogerie à plusieurs vitesses; pendant le maintien isotherme, le curseur est mû rapidement selon les fluctuations du réseau par un moteur électrique commandé par le régulateur.

II — DESCRIPTION

1° Installation de chauffe simple

RHÉOSTAT AUTOMATIQUE A MOUVEMENT D'HORLOGERIE

(Planche I.)

Le fil résistant est formé d'un alliage riche en nickel et en chrome, offrant une résistivité élevée et une grande résistance à l'oxydation (alliage RNC d'Imphy). Chauffé à haute température dans une atmosphère convenable, cet alliage se recouvre d'une mince pellicule d'oxyde, solide et très adhérente, mauvaise conductrice de l'électricité. Cette propriété permet d'enrouler le fil ainsi préparé en une hélice à spires jointives, sans qu'il y ait à redouter de court-circuit entre spires.

Le fil est bobiné sur deux tubes verticaux T_1 , T_2 en silice fondue, emboîtée dans un socle S en fonte émaillée et maintenus à leur sommet par un flasque évidé F. Ce flasque est réuni au socle par une colonne en laiton C, isolée par des garnitures de mica. Les tubes sont maintenus dans leurs logements par des rondelles de carton d'amiante r , ce qui leur permet de se dilater librement : cette dilatation est d'ailleurs très faible, car la silice fondue a une dilatabilité minime.

Les deux enroulements E_1 , E_2 aboutissent chacun à une borne B_1 , B_2 . Le courant passe, de l'un à l'autre, au moyen d'un curseur K qui glisse le long de la colonne C. Les quatre balais b du curseur sont pressés par des ressorts à lames contre la surface des enroulements : l'oxyde des fils a été gratté le long du trajet des balais.

Le contact du curseur et de l'un des enroulements étant assuré par deux balais, les résistances de contact sont réduites et surtout sont rendues très régulières.

Le fil n'a pas une section constante le long de l'enroulement : celui-ci est formé de plusieurs tronçons dont les fils ont des diamètres variables, le plus gros occupant le bas des



STÉ A^{ME} DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

tubes. Les hauteurs des tronçons et les diamètres des fils sont tels que le mouvement uniforme du curseur de haut en bas corresponde à une vitesse de chauffage sensiblement constante.

Le mouvement du curseur est commandé par un treuil T_r mû par un mécanisme d'horlogerie H. Ce mécanisme très robuste comporte une boîte à trois vitesses avec débrayage et changement du sens de marche. Le fil du treuil étant constamment tendu par le contrepoids P, le mécanisme peut commander la descente ou la montée du curseur, c'est-à-dire la chauffe ou le refroidissement. Les trois vitesses sont entre elles comme 1, 4/3 et 2. On peut, d'ailleurs, obtenir une gamme plus étendue en remplaçant le tambour du treuil par un autre de diamètre différent. On peut aussi, en adoptant un tambour spiraloïde, faire mouvoir le curseur suivant une loi donnée d'avance.

Une cage en tôle perforée protège les enroulements. La disposition verticale des tubes permet de donner au socle de faibles dimensions. De plus, les tubes ouverts aux deux bouts forment cheminée, c'est-à-dire se refroidissent efficacement. Le rhéostat peut donc être placé très près de l'appareil dont il règle la marche. L'encombrement du rhéostat est très réduit, qualité précieuse dans la plupart des laboratoires.

Le rhéostat automatique à mouvement d'horlogerie est établi pour fonctionner sous un voltage de 110 volts et admet une intensité maximum de 10 ampères. Les vitesses habituellement adoptées correspondent à des déplacements du curseur de 70, 92 et 140 millimètres à l'heure. La course utile du curseur est voisine de 420 mm. La résistance de l'enroulement est telle qu'avec la plus faible vitesse de chauffe, un four de dilatomètre peut être chauffé à 1.000° en deux heures, d'une manière parfaitement régulière. L'encombrement du rhéostat est le suivant :

Surface de base = 21×25 centimètres;

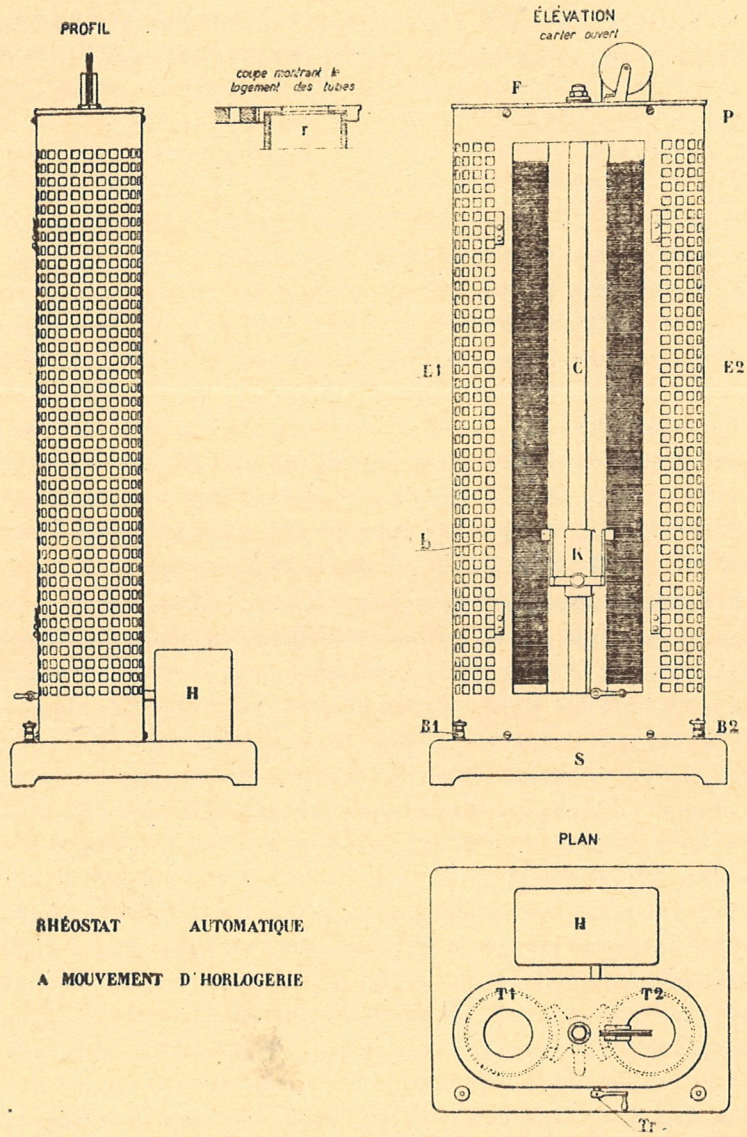
Hauteur = 35 centimètres.

Les fours livrés sur demande avec le rhéostat automatique sont de deux types :

a) Le premier type est celui des fours utilisés avec les dilatomètres; le diamètre intérieur est 30 mm. et la longueur 270 mm.

b) Le second type, prévu pour les traitements d'éprouvette, est de capacité plus grande : diamètre intérieur, 42 mm.; longueur, 480 mm.

Ces deux fours sont livrés avec un support à trois vis calantes, qui amène leur axe à la hauteur moyenne de 21 et de 25 centimètres, respectivement.



RHÉOSTAT AUTOMATIQUE
A MOUVEMENT D'HORLOGERIE

PLANCHE I.



2^o Installation de chauffe avec régulateurs de température

A. — APPAREILLAGE RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE A PYROMÈTRE A DILATATION, SYSTÈME CHEVENARD, BREVETÉ S. G. D. G.

Rhéostat automatique à trois curseurs. — Le rhéostat utilisé avec le régulateur à dilatation ne diffère du rhéostat automatique à mouvement d'horlogerie décrit précédemment que par l'addition de deux curseurs supplémentaires. Cet appareil comporte donc trois curseurs, qui permettent de fractionner le rhéostat d'alimentation en trois tronçons de résistance R , r_1 et r_2 .

Les résistances r_1 et r_2 sont mises en court-circuit ou restituées par le jeu d'un contacteur double actionné par le régulateur de température, et d'un relais.

Le rhéostat est disposé verticalement sur un socle de 20×30 centimètres. Sa hauteur est de 60 cm.; il est protégé par une cage en tôle perforée. Le fonctionnement du curseur réglant automatiquement la chauffe ou le refroidissement est identique à celui du rhéostat automatique à mouvement d'horlogerie. Les deux autres curseurs sont disposés latéralement au rhéostat. Normalement, l'appareil est construit pour fonctionner sous 110 volts et admet une intensité maximum de 10 ampères.

Pyromètre dilatométrique régulateur, système Chevenard. — Cet appareil est essentiellement constitué par un pyromètre à dilatation comportant un étalon pyrométrique, monté dans un tube de silice. La dilatation de l'étalon est transmise par une tige de silice à un système de leviers amplificateurs agissant sur une aiguille indicatrice. La pointe de l'aiguille est conjuguée avec un contacteur comportant deux éléments de contact actionnés successivement lorsque la température dépasse la valeur désirée, ce qui permet d'obtenir un réglage d'autant plus énergique que l'écart de température est plus grand. Les deux éléments de contact correspondent respectivement aux tronçons r_1 et r_2 du rhéostat à trois curseurs.

Comme l'indique la théorie des régulateurs, l'effet doit être d'autant plus énergique que la température s'écarte davantage de la température visée. D'où l'emploi d'un contacteur double dont les deux relais entrent successivement en action. Le premier court-circuite ou restitue un tronçon r_1 du rhéostat d'alimentation et l'autre un tronçon r_2 plus important. Soit E la force électromotrice du réseau, R la résistance du tronçon fixe du rhéostat d'alimentation, I l'intensité qui donnerait une température de régime égale à celle que l'on vise, supposons pour le moment une seule résistance additionnelle.

Il faut évidemment : $\frac{E}{R+r_1} < I < \frac{E}{R}$, les fluctuations sont d'autant plus faibles que r_1 est plus petit.

Mais il faut aussi : $\frac{E \text{ maxima}}{R+r_1} < \frac{E \text{ minima}}{R}$. Si, en effet, par suite d'une surtension du réseau $\frac{E \text{ maxima}}{R+r_1}$ vient à excéder I , la température dépasse alors notablement

STÉ AME DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)



celle que l'on a visée. C'est pourquoi, dans le régulateur à une seule résistance additionnelle, on doit choisir celle-ci assez forte puisqu'il faut $\frac{r_1}{R} > \frac{E \text{ max.} - \text{min.}}{E \text{ min.}}$. D'où fluctuations notables de la température, même quand E demeure bien constante.

L'intérêt de la deuxième résistance additionnelle est précisément de réaliser un réglage plus fin, en permettant de choisir r_1 petit, tout en mettant l'appareil à l'abri des dépassements de température. En effet, r_2 a une valeur suffisante pour toujours réaliser la condition : $\frac{E \text{ maxima}}{R + r_1 + r_2} < \frac{E \text{ minima}}{R}$. On pourrait aussi équiper l'appareil avec une troisième, une quatrième... résistance additionnelle, mais en général ce sera inutile.

Les changements de longueur de l'étalon pyrométrique commandent ainsi un appareil qui permet de régler la température du four en modifiant l'intensité du courant de chauffage. On obtiendrait le même résultat avec un four chauffé au gaz, au pétrole, à l'huile, au charbon pulvérisé, etc., en modifiant le débit du combustible par l'intermédiaire du contacteur et de son relais.

Le tube de silice T (planche 2) renfermant l'étalon pyrométrique E est monté horizontalement sur la boîte porte-mécanisme du pyromètre à dilatation. Cette boîte est creusée dans un bloc venu de fonderie avec le socle à trois vis calantes et le pied de l'appareil. Le tube de silice se termine par un fond plat dont le plan est exactement perpendiculaire à l'axe. Cette disposition permet de façonner l'étalon E avec ses deux faces terminales planes, ce qui présente l'avantage d'éviter les déformations qui se produisent lorsque l'étalon a des extrémités en pointe.

La dilatation du barreau étalon E est transmise par une tige de silice t, terminée par un coulisseau C, à la pointe p_3 du levier L, et fait tourner ce dernier autour de la ligne des pointes $p_1 p_2$. L'extrémité de l'aiguille A qui termine le levier L, s'appuie sur le petit bras α d'un contacteur à mercure. Par l'intermédiaire de relais, $\rho_1 \rho_2$, ce contacteur court-circuite ou restitue les fractions r_1 et r_2 du rhéostat de chauffe.

L'aiguille A ne pouvant avoir, en principe, plus d'une vingtaine de centimètres de longueur, il faut, pour conserver une sensibilité suffisante, réduire à quelques millimètres seulement le petit bras de levier L, c'est-à-dire la distance de la pointe mobile p_3 à la ligne $p_1 p_2$. Mais un tel levier ne peut admettre que des déplacements angulaires peu étendus. La difficulté est surmontée au moyen d'une vis micrométrique V qui permet de rapprocher ou d'éloigner du coulisseau C les blocs B_1, B_2 qui supportent les pointes $p_1 p_2$. Dans ces conditions, la vis micrométrique dont le tambour est gradué en degrés de température compense la dilatation de l'étalon E, et le levier sert simplement d'indicateur de zéro.

Avant l'expérience, on amène devant l'index I la division du tambour correspondant à la température visée. Quand cette température est atteinte, la pointe β_1 du contacteur vient affleurer le mercure et, par le jeu du relais ρ_1 , un tronçon de résistance r_1 vient s'ajouter à la résistance fixe du rhéostat. Pour une température un peu plus élevée, β_2 vient à son tour au contact du mercure, et la résistance r_2 est insérée dans le circuit.

Les blocs B sont portés par un ressort à lame R que la vis V attaque au moyen d'une bielle b. De même, le coulisseau C est porté par une lame flexible l qui joue le double



STÉ A^{ME} DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

rôle de support et de ressort de rappel; le coulisseau ne touche pas les parois de la boîte qui renferme le mécanisme. Les lames flexibles réalisent un guidage absolument exempt de jeu et de frottement.

Le ressort à boudin r maintient le levier L , appuyé contre les blocs B dont l'un porte une crapaudine et l'autre une rainure. L'aiguille traverse la boîte du mécanisme par une ouverture de faible largeur qui limite ses déplacements angulaires. Quand la température est nettement inférieure à celle que l'on vise, le coulisseau ne touche pas la pointe mobile p_s ; mais, grâce à l'excellence du guidage par lames flexibles, la fidélité des contacts est parfaite.

En d'autres termes, pour une position donnée du tambour micrométrique, la température pour laquelle la pointe β_1 vient au contact du mercure est bien déterminée quels qu'aient été les déplacements antérieurs de la vis micrométrique et les variations antérieures de la température.

A son extrémité inférieure l'aiguille porte un index J dont les déplacements traduisent les fluctuations de la température de régime. Pour évaluer ces fluctuations, on glisse dans un cadre, un tronçon d'échelle convenablement calculé. Le trait de la température visée doit se trouver exactement devant l'index J lorsque la première pointe β_1 du contacteur affleure le mercure.

Le tambour de la vis micrométrique est monté à frottement doux sur son axe afin de pouvoir rattraper tout décalage accidentel du pyromètre, par exemple après remplacement du tube T ou de la tige t de silice.

La hauteur totale du régulateur à dilatation est 27 cm. Le tube de silice T , d'un diamètre extérieur de 10 à 12 mm., a une longueur de 50 à 60 cm.; l'étalon pyrométrique E , de forme cylindrique, a 100 mm. de longueur et 6 mm. de diamètre; l'amplification des leviers est telle que l'échelle des températures 0°-1.000° gravée sur le tambour micrométrique a une longueur développée d'environ 24 centimètres. La température maximum d'emploi est 1.000°; lorsque toutes les précautions sont prises, la sensibilité est telle qu'on peut obtenir la température constante de 1.000° à $\pm 3^\circ$ près, pour le maintien isotherme des fours électriques du type habituellement utilisé dans les laboratoires.

Relais multiple. — Le relais nécessite comme source de courant une batterie d'accumulateurs 6 volts. Il comporte deux interrupteurs basculants, à mercure et à atmosphère inerte; pour le bon fonctionnement de ces interrupteurs, il faut vérifier que chaque électrode est recouverte, à tout moment, au moins par une goutte de mercure. Sans cette précaution, il pourrait s'interposer une bulle de gaz entre l'électrode et le mercure au moment de la fermeture du courant, et celle-ci ne se produirait pas. Les interrupteurs commandent les fractions de résistance r_1 et r_2 par l'intermédiaire de deux électro-aimants. L'ensemble est disposé sur un socle de noyer d'environ 15 cm. de diamètre, et protégé par une cloche en verre.

PYROMÈTRE DILATOMÉTRIQUE RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE

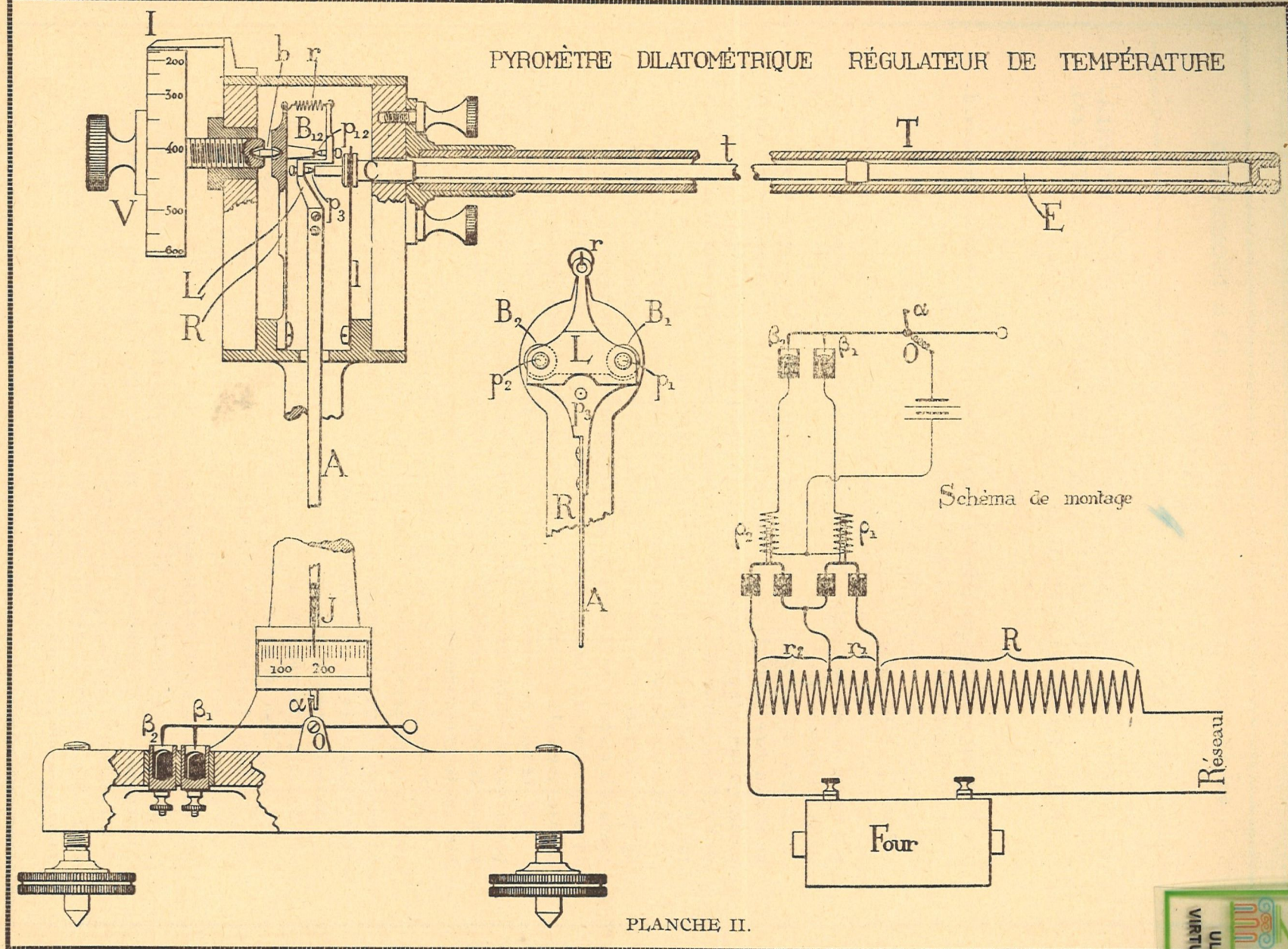
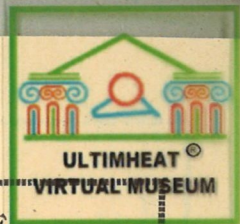


PLANCHE II.





STÉ A^{ME} DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

B. — APPAREILLAGE RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE A FIL DILATABLE, SYSTÈME CHEVENARD, BREVETÉ S. G. D. G., SPÉCIAL POUR FOURS ÉLECTRIQUES

(Planche 3.)

Rhéostat automatique à double commande du curseur, système Chevenard.

— Le rhéostat utilisé ne diffère de l'appareil précédemment décrit que par les détails suivants : le treuil du curseur est solidaire d'une roue dentée D₃ que l'on peut à volonté débrayer ou faire engrener :

1° Avec la roue D₁, mue par un *mouvement d'horlogerie* H, à plusieurs vitesses et à inversion du sens de marche. Cette disposition est utilisée pour commander la chauffe ou le refroidissement.

2° Avec la roue dentée D₂, mue par un *moteur électrique* M capable de tourner dans un sens ou dans l'autre. Le mouvement relativement rapide du curseur obtenu dans ces conditions sert à maintenir constante l'intensité du courant alimentant le four malgré les variations accidentelles de tension du réseau. Le moteur est commandé par le régulateur d'intensité, par l'intermédiaire d'un relais inverseur I.

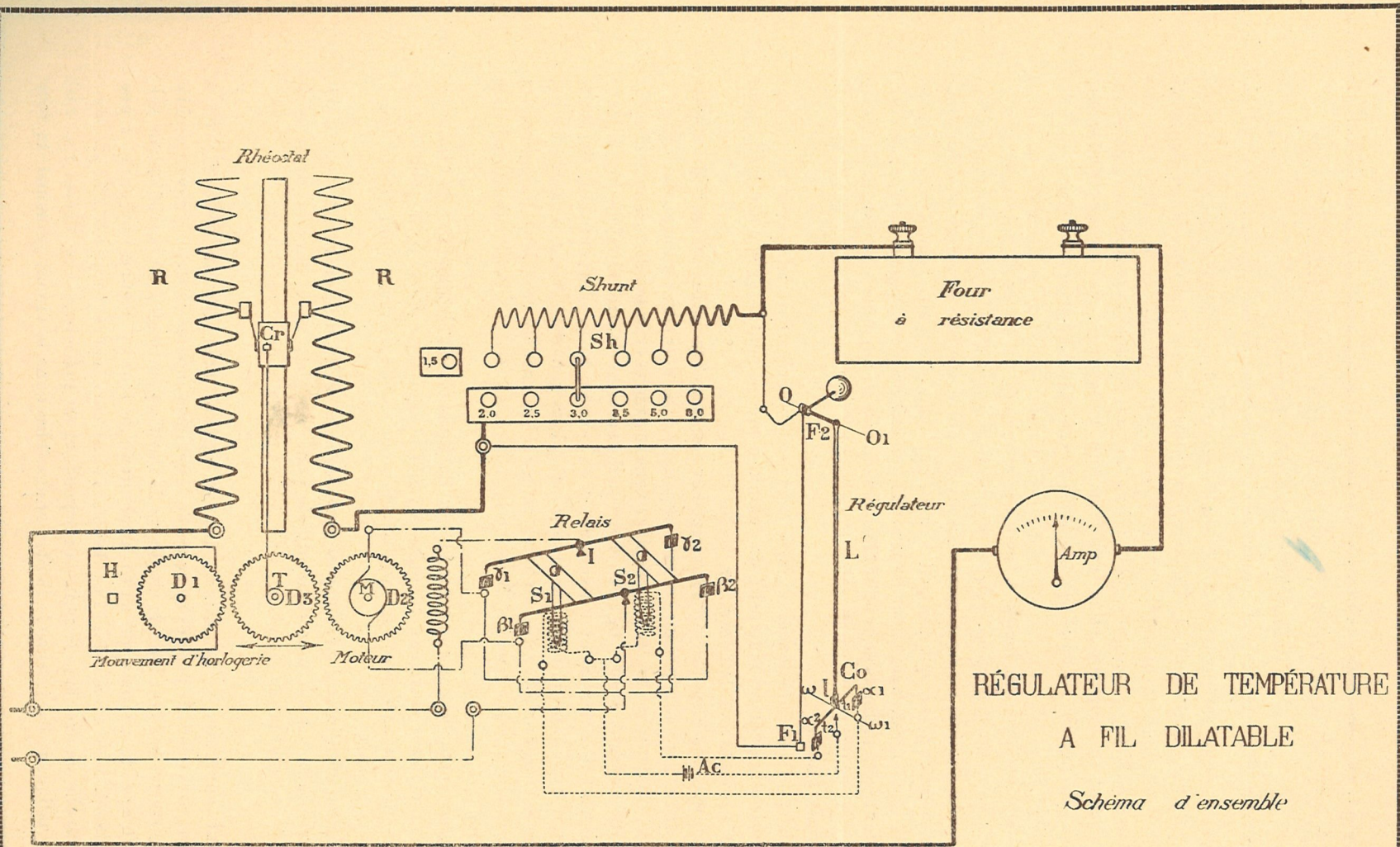
L'intensité demeurant constante, il en est évidemment de même de la température du four. En effet, l'enroulement de chauffe du four est pratiquement indestructible pendant la durée d'une expérience. Sa résistance et l'intensité demeurant constantes, il en est de même de l'énergie débitée, et pourvu que la température ambiante soit pratiquement invariable, la température du four se maintient à une valeur de régime.

Le rhéostat, le mouvement d'horlogerie, le moteur électrique et le relais sont groupés sur un socle émaillé de 21 × 39 cm. Le rhéostat est prévu pour un voltage de 110 volts ; ses enroulements sont protégés par un carter en tôle perforée ; son encombrement en hauteur est de 35 centimètres.

Le moteur électrique est du type universel ; il est indispensable de le mettre en série avec une ou plusieurs lampes à filament de carbone, suivant le voltage dont on dispose. La source auxiliaire d'électricité nécessaire pour le fonctionnement du relais peut être constituée par une batterie d'accumulateurs 6 volts.

En cours d'essai, il pourrait arriver que, par suite d'un incident quelconque, le curseur descende à un point tel que l'intensité du courant de chauffe soit anormalement élevée, et qu'il en résulte un danger pour la conservation du four ou l'exécution correcte de l'essai. Pour éviter cet inconvénient, un dispositif de sécurité a été prévu, qui coupe automatiquement le courant lorsque le curseur arrive à dépasser dans sa course tel niveau qu'on s'est arbitrairement fixé.

Régulateur d'intensité à fil dilatable et réglage micrométrique, système Chevenard. — Ce régulateur utilise le principe d'un ampèremètre thermique : un fil F₁ F₂, formé d'un alliage spécial à la fois très dilatable et rigide à haute température, est parcouru par une fraction du courant de chauffe, cette fraction pouvant d'ailleurs varier à volonté par le jeu d'un shunt variable S $\frac{1}{2}$.



RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE
A FIL DILATABLE
Schema d'ensemble

PLANCHE III.





STÉ AME DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

A son extrémité supérieure, le fil s'enroule sur un tambour mobile autour de l'axe OO_1 et pourvu d'une longue aiguille L . Un contrepois maintient le fil tendu. A son extrémité inférieure, il est fixé à un serre-fil dont la hauteur peut être réglée par le jeu d'une vis micrométrique. Toute variation d'intensité du courant modifie la température du fil et, par conséquent, sa longueur, et se traduit par un déplacement de l'extrémité inférieure du levier L . Le support de l'axe OO_1 est fixé à l'extrémité d'une colonne creuse, en verre peu dilatable.

Les déplacements du levier L , sont communiqués au levier l mobile autour de l'axe $\omega\omega_1$: l'extrémité libre du levier l , qui reçoit le contact du levier L , est munie d'un galet destiné à éliminer les frottements. Le levier l porte une tige en cuivre t_1, t_2 , terminée par deux pointes α_1, α_2 qui peuvent s'immerger dans des puits remplis de mercure. Lorsque la tige $t_1 t_2$ est exactement horizontale, aucune pointe ne plonge dans le mercure ; mais la plus légère inclinaison produit l'immersion, soit de la pointe α_1 soit de la pointe α_2 . Ce contact est utilisé par le jeu du relais inverseur I à faire mouvoir le moteur M dans un sens ou dans l'autre.

Au début d'une expérience, on règle la vis micrométrique de telle sorte que la tige $t_1 t_2$ soit horizontale quand l'intensité du courant a précisément la valeur nécessaire pour maintenir constante la température visée.

Supposons, par exemple, un accroissement accidentel de la température du réseau. Le fil dilatable parcouru par un courant supérieur à la normale s'allonge davantage : l'extrémité inférieure du levier L , se déplace vers la gauche et la pointe α_2 plonge dans le mercure. Le courant d'une batterie d'accumulateurs Ac se trouve alors lancé dans l'électro-aimant à suceur S_2 de l'inverseur I ; les pointes β_2, γ_2 plongent dans des puits à mercure et le courant du réseau se trouve lancé dans le moteur M . Le sens de rotation est tel que le curseur s'élève de manière à ramener l'intensité à sa valeur de régime. On verrait de même que le curseur s'abaisse si la tension du réseau vient à subir une baisse accidentelle.

Le mouvement du curseur étant rapide, les fluctuations accidentelles de l'intensité sont très rapidement corrigées, et, grâce à l'inertie thermique du four, la température est maintenue constante avec une approximation de l'ordre du degré pour une température de 600 à 700°.

Le régulateur d'intensité est disposé verticalement sur un socle émaillé de 15 × 15 cm. Le tambour de la vis micrométrique utilisée pour le réglage de la hauteur du serre-fil est muni d'une graduation circulaire. Un fusible protège le fil du régulateur.

Shunt variable. — Le shunt, disposé verticalement sur un socle d'environ 10 × 20 cm., est constitué par des tronçons de résistances montés en série. Un pont mobile permet de mettre le shunt hors de circuit ou de l'utiliser en totalité ou partiellement suivant l'intensité du courant qui suffit à maintenir le four en régime isotherme. L'une des branches du pont plonge dans l'un des puits à mercure repérés : 1,5 ; 2,0 ; 2,5 ; 3,0, etc. ; l'autre branche plonge dans le puits correspondant au précédent. Les repères 1,5 ; 2,0 ; 2,5, etc., indiquent les intensités limites admissibles dans le circuit principal du four



STÉ AME DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE
ACIÉRIES D'IMPHY (NIÈVRE)

pour les diverses combinaisons du shunt. Supposons, par exemple, que l'intensité nécessaire pour maintenir le four en régime isotherme soit 2,7 ampères; il faudra disposer le pont mobile du shunt dans le puits correspondant à l'intensité limite immédiatement supérieure à 2,7, c'est-à-dire dans le puits 3,0. Pendant la phase initiale du maintien isotherme, l'intensité est supérieure à celle qui suffit ultérieurement à maintenir constante la température du four. Cette phase nécessite une certaine surveillance; afin de ne pas soumettre le fil du régulateur à une intensité anormalement élevée pendant cette période de réglage, on dispose un deuxième pont mobile dans le puits marqué 8,0, ce qui réduit au minimum la sensibilité du régulateur. Ce pont est supprimé une fois le régime isotherme établi.

.....

Nous rappelons ci-après les appareils dilatométriques proprement dits, système P. CHEVENARD, construits par les Acières d'IMPHY :

- Analyseur thermique industriel;
- Dilatometre différentiel à enregistrement photographique;
- Dilatometre différentiel à enregistrement mécanique;
- Dilatometre triple;
- Dilatometre à sensibilité réglable;
- Dilatometre à fils.

Ces appareils sont décrits dans la brochure, envoyée gracieusement sur demande :
L'ANALYSE DILATOMÉTRIQUE des MATÉRIAUX et ses RÉCENTS PROGRÈS
par P. CHEVENARD,