

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 58 (1932)
Heft: 12

Artikel: Machine Amsler, de 3000 kg, avec four électrique pour la détermination simultanée du point de "fluage" de quatre éprouvettes
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44845>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

vembre 1931¹, étant entendu que chacune des Délégations se réserve de revenir sur la question à la lumière de l'expérience.

Il est entendu que si les besoins de la navigation rendaient nécessaire l'extension de ce régime à des bateaux en provenance d'autres ports que Bâle, les administrations douanières compétentes se mettront d'accord sur un règlement approprié.

Note du Secrétariat.

Le règlement est conçu comme il suit :

Article premier. — Tout batelier naviguant sur le canal de Kembs doit se prêter au visa sans frais de son manifeste par la Douane compétente. Le visa est apposé immédiatement à la suite du dernier article du chargement, de façon à empêcher toute adjonction ultérieure. Il est libellé comme il suit :

A (nom du bureau)	Visé ne varietur. le (date) Signature de l'agent : Timbre officiel du bureau.
-------------------	--

Art. 2. — Le visa est apposé à la descente par la douane suisse de Bâle, et à la montée par la douane française à l'Écluse de Kembs. Les représentants de la douane française ne procèdent à aucune vérification du chargement, ni à aucune visite de voyageurs ou de bagages, et leur intervention ne peut pas comporter pour le batelier l'obligation de quitter son bord. Les administrations intéressées prendront les dispositions nécessaires pour que la formalité du visa n'entraîne aucun retard pour la navigation.

Art. 3. — Sous réserve des prescriptions des articles précédents, le batelier ne sera soumis, ni à la montée, ni à la descente, à aucun contrôle de la douane française, sauf dans le cas d'arrêt pour force majeure ou de tentative de fraude.

Art. 4. — Dans le canal de Kembs, tous déchargements, transbordements ou mise à terre de marchandises sont formellement interdits.

En cas de force majeure, le batelier doit aviser immédiatement la douane française et se conformer aux dispositions ci-après : Lorsque, soit des circonstances spéciales, soit quelque accident grave survenu au bâtiment ou à la cargaison exigent l'allègement ou le débarquement de tout ou partie de la cargaison, le capitaine ou batelier doit s'adresser au préalable aux employés de la douane la plus voisine ou, en cas de nécessité, à l'autorité locale la plus proche, laquelle surveille les opérations et dresse procès-verbal du fait.

En cas de péril imminent, le capitaine ou batelier peut prendre des mesures de son propre chef sans demander ou sans attendre l'intervention des employés de la douane et de l'autorité locale ; il doit, dans ce cas, prouver d'une manière suffisante qu'il a dû agir ainsi dans l'intérêt du bâtiment ou de la cargaison. En pareil cas, il doit, aussitôt après avoir pris les mesures préventives, en avvertir les employés de la douane du lieu ou, à défaut, l'autorité locale la plus voisine qu'il puisse trouver pour faire constater les faits.

Ressort des Tribunaux de Navigation.

La Commission prend acte de la communication de la Délégation allemande relative à la modification par le Gouvernement badois du nombre et des districts des tribunaux de navigation du Rhin.

Note du Secrétariat. — D'après l'ordonnance du 13 avril 1931: 1. Les Tribunaux pour la navigation du Rhin de première instance (art. 23 à 36 de l'Acte de navigation du Rhin) sont les tribunaux de bailliage (Amtsgericht) de Lörrach, Kehl et Mannheim. 2. Le Tribunal régional (Landesgericht) de Mannheim est institué comme Tribunal supérieur pour les

¹ Résolution du 25 novembre 1931. — Toute question de principe étant réservée, la Commission prend acte de la note de la Délégation française au sujet du régime douanier sur le canal de Kembs. Le règlement qui mettra en application les mesures prévues dans ladite note, et les accords éventuels entre administrations douanières, seront portés dans le plus bref délai possible à la connaissance de la Commission.

appels contre les jugements des tribunaux pour la navigation du Rhin (art. 37 et 38 de l'Acte de navigation du Rhin).

Date de la prochaine session.

La prochaine session de la Commission commencera le jeudi, 10 novembre 1932, à 16 h. 30.

Machine Amsler, de 3000 kg, avec four électrique pour la détermination simultanée du point de « fluage » de quatre éprouvettes.

Introduction.

L'emploi de la vapeur surchauffée à très haute température et à des pressions de plus en plus élevées (450° C et 100 kg/cm² et au delà) dans les centrales thermiques modernes à turbines à vapeur a posé de nouveaux et importants problèmes de résistance des matériaux.

Jusqu'il y a quelques années on se contentait de calculer les organes de machines soumis à des températures très élevées en se basant sur les chiffres de résistance et de limite élastique obtenus par un essai statique de traction à chaud ordinaire, c'est-à-dire de courte durée. Or, les recherches de ces dernières années ont montré de façon irréfutable qu'à une température supérieure à 300° et sous des charges notablement inférieures au début des déformations permanentes et maintenues pendant un temps suffisamment long, l'acier éprouve une très forte déformation, pouvant dans certains cas aller jusqu'à la rupture.

On admet généralement aujourd'hui que les aciers donnent lieu à chaud à la traction et sous des charges constantes de plus en plus élevées, mais toutefois inférieures à la limite élastique, aux phénomènes suivants : d'abord un allongement purement élastique, indépendant du temps, ensuite un allongement permanent lent, croissant au début avec le temps mais se stabilisant asymptotiquement au bout d'un certain temps (d'autant plus long que la charge est plus élevée) ; enfin, à partir d'une certaine charge constante, un allongement permanent croissant sans arrêt avec le temps et entraînant la rupture au bout d'un temps suffisamment long.

On voit par là le danger qu'il y a, pour le calcul des pièces à haute température, de se baser sur la limite élastique à chaud déterminée par l'essai statique usuel.

Ainsi, c'est principalement la limite entre les deux derniers domaines et que l'on a désignée par « limite de rupture sous charge permanente » qui est décisive pour le choix des sollicitations admissibles pour un métal travaillant à chaud.

Ces phénomènes nouveaux d'écoulement à chaud qui ont été désignés en anglais par « creeping » et en allemand par « Kriechen », mots traduisant dans les deux langues le mot français « ramper » qui donne en effet bien l'image du phénomène, ont reçu dans la terminologie française le nouveau nom de *fluage* pour éviter toute confusion avec

la notion que l'on a l'habitude d'attacher au terme d'«écoulement», réservé à l'écoulement aux charges supérieures à la limite élastique dans l'essai statique ordinaire.

Les phénomènes de fluage ont été, depuis un certain nombre d'années, l'objet de recherches approfondies. En France, on connaît surtout les travaux de MM. *Guillet*, *Galibourg* et *Samsøen*, en Angleterre, ceux de *Tapsell* et *Hatfield*, en Allemagne, ceux de *Rohn* et de *Pomp* et *Enders*. Enfin, au Congrès international d'essai des matériaux qui vient d'avoir lieu, du 6 au 13 septembre, à Zurich, de très intéressantes communications ont été faites en français par M. *Galibourg*, en anglais par MM. *Batson* et *Tapsell*, et en allemand par MM. *Pomp* et *Enders*.

Pour reprendre et continuer l'étude du fluage, le *Laboratoire fédéral d'essais des matériaux* vient d'installer une machine *Amsler* quadruple de 3000 kg avec four électrique.

Les caractéristiques générales de cette machine sont les suivantes :

La machine sert à la détermination du point de fluage d'éprouvettes métalliques, à des températures jusqu'à 800° C. Elle permet d'expérimenter simultanément dans des conditions différentes sur quatre éprouvettes.

Les éprouvettes, y compris une partie des mandrins supérieur et inférieur d'amarrage, sont logés dans quatre alvéoles indépendants d'un four électrique commun. Ce four est réglable de manière à maintenir la température constante, dans les quatre compartiments, sur toute la longueur de l'éprouvette.

Les éprouvettes, placées verticalement, sont fixées immuablement à leur extrémité inférieure et sollicitées à la traction à leur extrémité supérieure.

La sollicitation de chaque éprouvette est produite par un levier à deux bras, chargé par des poids. On peut solliciter les quatre éprouvettes, indépendamment l'une de l'autre, de 50 à 3000 kg.

L'allongement des quatre éprouvettes sur une longueur de mesure de 100 mm, lors du fluage, est, d'une part, observé sur des micromètres à cadran à lecture au 1/1000 de mm et, d'autre part, enregistré à l'encre, isolément pour chaque éprouvette, avec une amplification de 200 fois, sur une feuille de papier commune, entraînée par un mouvement d'horlogerie.

Description de la machine.

Chacune des quatre éprouvettes 1, d'un diamètre de 10 mm et d'une longueur calibrée de 100 mm, est saisie, à ses extrémités, par les mandrins 2 et 3. Le mandrin inférieur 3 est porté par la tige 4 qui s'appuie, par une surface sphérique, contre la traverse 5 ou 6. Les traverses 5 et 6 sont fixées, par des broches 8, aux colonnes 7 de la machine. Le mandrin supérieur 3 est porté par la tige 10 qui est suspendue au bras court du fléau.

Le fléau 14 est chargé, d'une part, au moyen des poids 20 enfilés sur la tige 21, et, d'autre part, au moyen du

poids curseur 22, qui peut être déplacé sur lui le long d'une échelle. Quand la tige 21 est détachée du fléau 14 et le poids curseur 22 dans sa position initiale, l'éprouvette est soumise à une sollicitation originelle de 50 kg. En déplaçant le poids curseur jusqu'à sa position extrême, on augmente la traction de 100 kg, ce qui donne une sollicitation totale de 150 kg. La tige 21 pèse 5 kg et les poids 20 sont de 10 et 5 kg. Le rapport des bras de levier du fléau 14 est de 1 : 20. On peut donc, au moyen de la tige 21 et du poids de 5 kg, augmenter la traction de l'éprouvette de 100 kg, et d'autre part l'augmenter encore chaque fois de 200 kg au moyen d'un des poids de 10 kg. Par un déplacement du poids curseur 22 d'une division de l'échelle, on modifie la traction de l'éprouvette de 1 kg. On peut ainsi faire varier à volonté la charge de l'éprouvette de kg en kg dans tout l'intervalle de 50 à 3000 kg.

Le fléau repose par son couteau médian 15 non pas directement sur le bâti de la machine, mais sur le support 16 faisant partie du levier 17 ; ce dernier peut tourner autour de l'axe 18 et repose par son autre extrémité sur la vis de réglage 19. L'axe 18 se trouve approximativement à la même hauteur que le couteau 13 quand le fléau 14 est dans sa position horizontale. Cette disposition qui, à première vue, peut sembler compliquée, permet de régler le fléau sans provoquer d'à-coups à la mise en charge de l'éprouvette ou lors de rattrapages postérieurs de l'horizontalité du fléau au cours de l'essai, lorsque, simultanément, on augmente la charge et que l'éprouvette s'allonge.

Pour mettre l'éprouvette sous charge on soulève le levier 17 en vissant vers le haut la vis 19 d'une quantité quelconque. Par suite, le levier 17 se relève en pivotant autour de l'axe 18, tandis que le couteau 13 reste immobile. Comme le fléau s'appuie sur la vis 23 et que celle-ci est solidaire du levier 17, le fléau se soulève avec le levier 17. Si l'on dévisse alors la vis 23, le fléau 14 s'incline sous la charge 20 jusqu'à ce que celle-ci fasse équilibre à la tension de l'éprouvette. Si l'on désire augmenter davantage la charge, on visse tout d'abord la vis 23 vers le haut jusqu'à ce qu'elle reprenne contact avec le fléau ; on peut alors augmenter la charge sans solliciter l'éprouvette. Il est ainsi aisé d'élever à volonté la sollicitation d'une éprouvette sans provoquer d'à-coups, condition indispensable pour que l'allure des phénomènes d'écoulement ne soit pas troublée par des oscillations exagérées de charge de l'éprouvette.

Le dispositif pour la mesure de précision de l'allongement d'une éprouvette se compose de pinces 30 et 31 que l'on adapte à l'éprouvette et dont l'écartement initial est de 100 mm. Chaque pince est munie d'une paire de lames de comparaison dont l'une porte le micromètre à cadran 32 et l'autre, l'appui 33 du palpeur du micromètre. Le poids du dispositif de mesure de l'allongement est en majeure partie équilibré par le ressort 34, de sorte que tout danger de glissement des lames de comparaison est exclu. L'appui 33 du palpeur du micromètre est

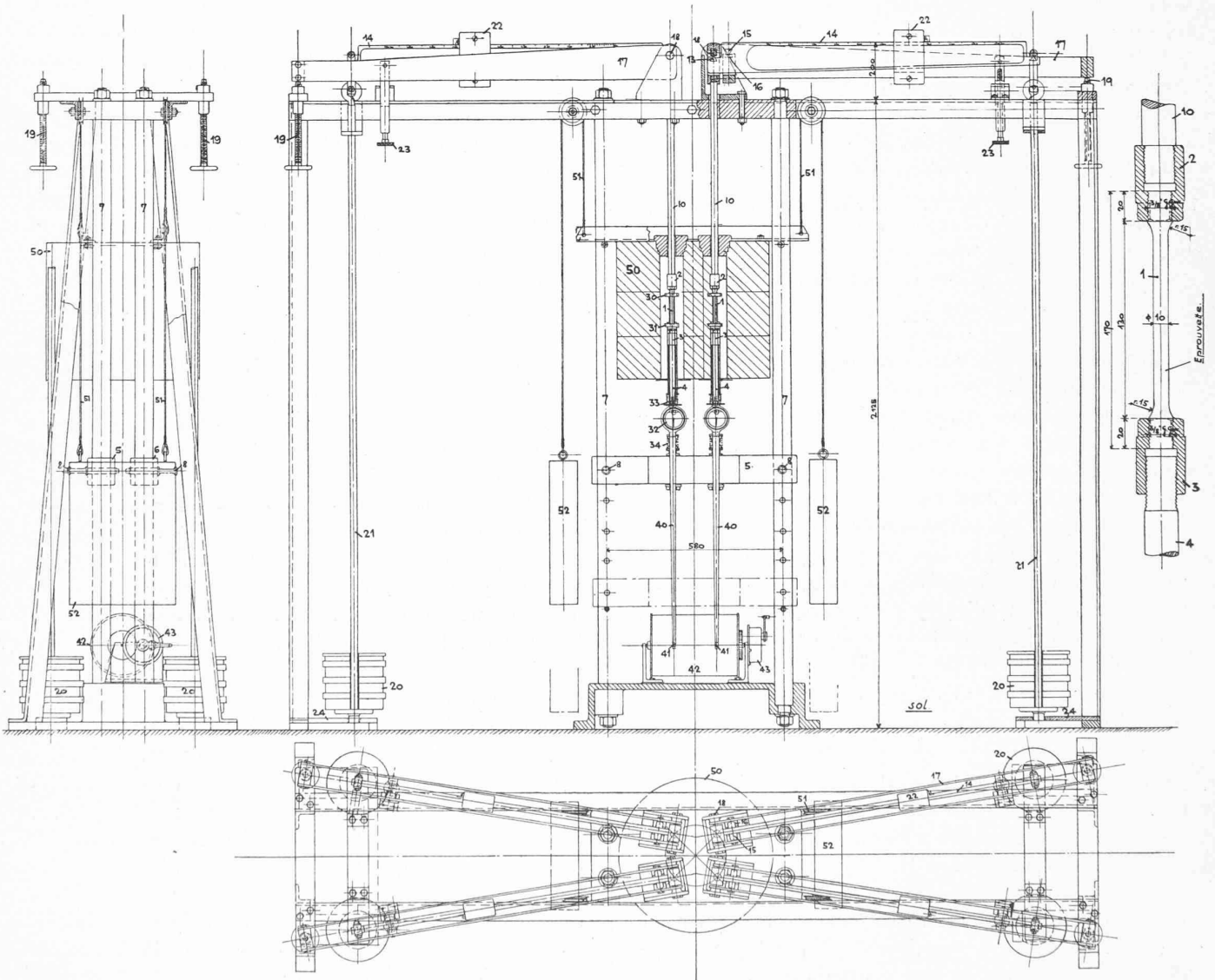
muni d'un dispositif de remise au point pour le cas où l'éprouvette aurait subi un allongement important au début de l'essai.

L'inscription d'un diagramme du phénomène de l'allongement a lieu par l'intermédiaire du bras enregistreur vertical 40 muni de la plume 41, qui se déplace latéralement quand un changement de longueur de l'éprouvette se produit. Le bras 40, extrêmement léger et évidé pour passer autour du micromètre 32, est terminé à sa partie supérieure par une petite poulie à gorge extrêmement aiguë dont les deux bords constituent par leur arête tranchante un bras de levier horizontal très court. Les deux tranchants appuient, sous charge d'un ressort, contre deux petits ergots solidaires de chacune des paires de lames de comparaison. L'écartement horizontal des tranchants est de 4 mm, tandis que la longueur du bras vertical 40 est de 800 mm, ce qui donne une amplification de 200 fois.

La plume 41 inscrit sur une feuille de papier enroulée sur le tambour 42 disposé en dessous de la machine et mis en rotation par le mouvement d'horlogerie 43. Le papier se déplace à raison de 10 mm à l'heure et la durée de marche du mouvement d'horlogerie est de plusieurs jours.

Les recherches des expérimentateurs allemands ayant conduit à définir pratiquement comme point d'arrêt du fluage une vitesse limite d'allongement de 0,001 % par heure, cet allongement est donc, pour une longueur de mesure de 100 mm, de 0,001 mm, ce qui, à l'amplification de 200 fois, conduit à une ordonnée de diagramme de 0,2 mm, encore largement appréciable sous le microscope de mesure.

La course disponible du style inscrivant 41 est d'environ 100 mm, ce qui correspond à une variation de longueur utile de 0,5 mm de l'éprouvette. On peut adapter le bras 40 aux ergots 33 pendant l'essai, mais on ne devra



Machine « Amsler » pour essais de fluage à chaud sur quatre éprouvettes.

Charge maxim. par éprouvette : 3000 kg.

Echelle 1 : 20

procéder à cette opération que lorsque l'éprouvette s'est allongée jusqu'au voisinage de la limite inférieure de fluage, afin de réserver la course utile du style pour le fluage proprement dit.

Le four électrique 50, suspendu aux quatre câbles 51, est équilibré par les poids 52, de sorte qu'on peut le soulever et l'abaisser sans effort. Pour l'introduction des 4 éprouvettes, on repousse le four vers le haut jusqu'à ce que les mandrins 2 et 3 soient accessibles ; on peut alors mettre aisément les éprouvettes en place et y appliquer le dispositif de mesure de précision ; ensuite on ramène le four vers le bas.

Le four à quatre alvéoles est composé de trois étages superposés à chauffage indépendant. Cette disposition permet de graduer l'intensité du chauffage dans le sens de la hauteur du four, de manière qu'il corresponde approximativement à la perte de chaleur des éprouvettes par rayonnement et par la conductibilité des masses métalliques assez considérables des mandrins d'amarrage ; on obtient ainsi un échauffement uniforme de l'éprouvette sur toute sa longueur.

Le courant à disposition étant triphasé, il avait été prévu primitivement de raccorder chacun des trois étages de résistances de chauffage à une des phases, de manière à répartir la puissance relativement élevée du four également sur les trois phases du réseau. Cette disposition est connue et employée fréquemment dans des fours électriques industriels. L'expérience a toutefois montré qu'elle était inutilisable pour le four de la machine de fluage, l'équilibrage des charges sur les trois

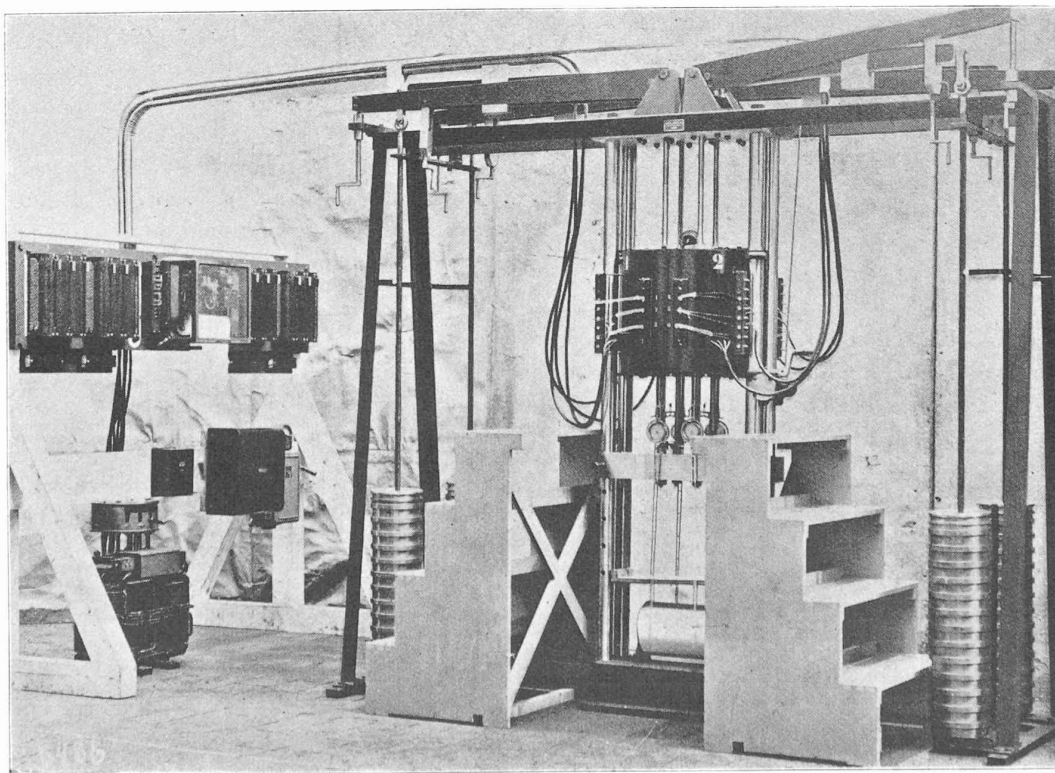
phases du réseau industriel étant très inégal et en variation continue, de sorte que, quand l'uniformité de la température sur la hauteur de l'éprouvette avait été réalisée à un instant donné par un certain réglage, elle se trouvait peu après être pour ce même réglage entièrement dérangée.

Pour vaincre cette difficulté, il a fallu recourir à l'alimentation des trois résistances superposées au moyen du même courant monophasé. Pour répartir autant que possible la charge du four sur les trois phases du réseau, un transformateur triphasé-monophasé est intercalé entre le réseau industriel à 500 volts et le four électrique. Du côté secondaire, le transformateur est avec prises intermédiaires et est équipé d'un commutateur à gradins monté sur le transformateur même et donnant à volonté des tensions monophasées de 220, 180, 140, 100 et 60 volts.

Cette disposition a l'avantage de permettre un réglage approximatif de la température du four sans pertes par emploi de différentes tensions ; elle permet, en outre, de commencer à tension élevée avec un dégagement énergétique de chaleur pour le réchauffage préliminaire du four et de continuer ensuite à tension moindre pour la marche en régime du four une fois chaud.

Si le courant du réseau industriel avait été monophasé, le transformateur ci-dessus aurait été remplacé par un simple transformateur monophasé en autoconnexion, avec prises intermédiaires à gradins du côté secondaire.

La puissance intermittente du transformateur pour le réchauffage du four est de 16 kW, et sa puissance continue



Machine « Amsler » pour essais de fluage à chaud.

en régime, pour des températures d'essai jusqu'à 800° C est de 10 kW.

Le réglage de précision de la température d'essai, ainsi que le réglage de l'intensité du chauffage dans les trois résistances superposées de chaque alvéole pour obtenir l'uniformité de la température sur toute la longueur calibrée de l'éprouvette, s'effectuent au moyen de quatre rhéostats triples à curseur, à raison d'un rhéostat triple par alvéole. Chacune des trois résistances superposées d'un des alvéoles est connectée à un des tiers de son rhéostat triple, et tous les éléments de chauffage et les rhéostats sont branchés en parallèle sur le transformateur.

La constance de la température d'essai, réglée une fois pour toutes pour les quatre éprouvettes, est maintenue par un régulateur de température LEEDS et NORTHRUP¹ à enregistreur, en relation avec des couples thermoélectriques noyés dans le four.

Le four est équipé, au total, de douze couples thermoélectriques, logés trois par trois dans chacun des quatre alvéoles contenant les éprouvettes, de façon à permettre d'observer les températures qui règnent aux deux extrémités et au milieu de chaque éprouvette. Pour le relevé des températures, on raccorde successivement, au moyen de deux commutateurs à six contacts, chacun des douze couples au système galvanométrique du régulateur de température. On peut ainsi établir l'égalité de la température aux trois points de l'éprouvette en déplaçant individuellement les curseurs des rhéostats triples, d'après les indications de l'enregistreur Leeds et Northrup. Une fois cette uniformisation des températures terminée pour les quatre éprouvettes, on raccorde à demeure un des douze couples thermoélectriques à l'enregistreur, et ce sont les indications de ce dernier couple qui serviront au maintien de la température.

Pour assurer la conservation de la température de régime, l'appareil Leeds et Northrup actionne à distance, par l'intermédiaire d'un relai, un interrupteur-contacteur bipolaire automatique interrompant et rétablissant successivement le courant principal de chauffage du côté secondaire du transformateur.

La précision du réglage de la constance de la température joue, comme l'ont démontré les recherches anglaises et allemandes, un grand rôle dans l'exactitude des essais de fluage, une oscillation de température déjà très légère étant susceptible de déclencher un écoulement

¹ Le potentiomètre *Leeds et Northrup* (de fabrication américaine) est aujourd'hui suffisamment répandu dans l'industrie et les laboratoires pour que sa description soit superflue.

Nous rappelons seulement, pour mémoire, que l'appareil Leeds et Northrup, à la différence des enregistreurs de température usuels qui sont en principe des millivoltmètres, est un potentiomètre opposant à chaque instant par l'intermédiaire d'une résistance variable la force électromotrice constante d'une pile étalon à la force électromotrice variable du couple thermoélectrique, la réalisation de l'équilibre étant accusée par le courant zéro dans le pont qui shunte le potentiomètre. Le galvanomètre inséré dans le pont a ainsi simplement à indiquer le courant zéro ou non zéro, l'écart du courant de zéro étant utilisé pour réajuster continuellement la résistance variable et actionner les organes enregistreurs et régulateurs de température.

C'est dans le fait que le galvanomètre ne fonctionne pas comme appareil mesureur, mais comme simple indicateur de « courant » ou « absence de courant » que réside l'exactitude et l'inaltérabilité de l'appareil Leeds et Northrup.

parasite du métal en ralentissement de fluage. Le régulateur Leeds et Northrup permet, selon l'ajustement plus ou moins serré des contacts d'actionnement du relai, de maintenir l'oscillation de température dans les limites de $\pm 1^\circ$ de part et d'autre de la température de régime ou même moins. A ce point de vue ce n'est pas tant l'amplitude que la fréquence de l'oscillation de température qui joue un rôle perturbateur. Dans l'appareil décrit, cette fréquence, déterminée par les périodes d'ouverture et de fermeture de l'interrupteur-contacteur, est d'environ huit interruptions par heure en régime établi, nombre encore extrêmement bas.

Pour éviter la détérioration du four en cas de surtension au réseau, l'installation est protégée par quatre fusibles de sécurité, disposés un par alvéole du four et alimentés par un courant auxiliaire actionnant à distance le disjoncteur de l'interrupteur général de l'installation. Si une surtension accidentelle se produit au réseau, la température du four devient anormalement haute et l'un des fusibles de sécurité brûle, provoquant ainsi le fonctionnement du disjoncteur à courant zéro et le déclenchement de l'interrupteur général qui branche le transformateur sur le réseau.

Le nouvel hôtel du Crédit Suisse, à Genève.

(Planches hors texte Nos 6 à 9.)

Le nouvel hôtel de banque du *Crédit Suisse*, à Genève, s'élève au centre de la ville entre quatre rues et sur l'emplacement de l'ancien hôtel des Trois Rois.

Après un concours restreint entre architectes genevois la direction de ce travail a été confiée à M. *Maurice Turrettini*, avec la collaboration de M. *R. Maillart*, ingénieur, pour les calculs statiques et le béton armé.

Avant la construction, une violente polémique de presse s'éleva au sujet de l'implantation et du caractère de l'édifice, divers groupements proposant même de renoncer à toute construction à cet endroit, sans indiquer toutefois où les pouvoirs publics trouveraient les millions nécessaires à cette opération. Aujourd'hui le calme est revenu dans les esprits, et beaucoup d'anciens adversaires se sont ralliés à cette architecture exécutée dans un caractère moderne, sans exagération.

Le parti adopté pour cette banque est caractérisé par un hall central unique, à rez-de-chaussée, sur lequel ouvrent les vingt-deux guichets de la banque. Le plafond de ce hall est entièrement vitré.

Dans les sous-sols, deux étages de trésors protégés par des bétons à haute résistance, renforcés de blindages, et entourés d'un chemin de ronde, sont à la disposition du public et de la banque.

Au-dessus du rez-de-chaussée, cinq étages de bureaux s'éclairent largement sur les quatre rues et sur la cour intérieure, qui correspond au vide du hall. Il y a en tout 390 baies sur rues ou sur cour.