

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 68 (1942)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Le nouveau "Laboratoire suisse de recherches horlogères" à Neuchâtel  
(suite et fin)  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-51816>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ABONNEMENTS :  
Suisse : 1 an, 13.50 francs  
Etranger : 16 francs  
Pour sociétaires :  
Suisse : 1 an, 11 francs  
Etranger : 13.50 francs  
—  
Prix du numéro :  
75 centimes.  
—  
Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président : M. IMER, à Genève ; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER †, ingénieur ; *Vaud* : MM. F. CHENAUX, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur ; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur ; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

Publicité :  
TARIF DES ANNONCES

Le millimètre  
(larg. 47 mm.) 20 cts.  
Tarif spécial pour fractions  
de pages.

Rabais pour annonces  
répétées.



ANNONCES-SUISSES S.A.  
5, Rue Centrale,  
LAUSANNE  
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE  
A. STUCKY, ingénieur, président ; M. BRIDEL ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER.

SOMMAIRE : *Le nouveau « Laboratoire suisse de recherches horlogères » à Neuchâtel (suite et fin) : IV. En quoi consistent les recherches horlogères, par A. JAQUEROD, professeur à l'Université de Neuchâtel ; V. L'aménagement technique intérieur ; VI. Le chauffage par rayonnement du L. S. R. H. ; VII. L'heure électrique au Laboratoire de recherches horlogères, par RENÉ P. GUYE, ingénieur S. I. A. ; VIII. Le problème de l'huile examiné par le L. S. R. H., par H. MÜGELI, directeur-adjoint du L. S. R. H. — Ecole de Genthod, Genève. — DIVERS : L'aménagement du quartier de Saint-Gervais, à Genève. — BIBLIOGRAPHIE. — COMMUNIQUÉ. — SERVICE DE PLACEMENT.*

## Le nouveau "Laboratoire suisse de recherches horlogères" à Neuchâtel.

(Suite et fin.)<sup>1</sup>

### IV. En quoi consistent les recherches horlogères,

par A. JAQUEROD, professeur à l'Université de Neuchâtel.

Les recherches qu'effectue le Laboratoire suisse de recherches horlogères sont de deux sortes :

Il y a en premier lieu celles qui sont destinées à répondre à des questions précises des industriels. C'est ainsi que, depuis vingt ans, le Laboratoire a été amené à s'occuper des propriétés des lubrifiants, des huiles d'horlogerie et de leur conservation dans la montre (le problème des huiles ! le serpent de mer, mieux : la bête noire de tous les spécialistes) ; de la corrosion des diverses parties de la montre : boîte, cadran, rouages, pivots, etc. et des moyens de l'éviter ; des revêtements galvanoplastiques ou autres qui doivent contribuer à cette protection, de l'étude de leur adhérence et de leur durée ; de l'usure des métaux ; de la qualité des pierres, rubis et autres, utilisées en horlogerie ; des causes de la rupture des ressorts moteurs ; de l'étanchéité des boîtes de montres, sujet très à l'ordre du jour ; de l'étude métallographique des alliages utilisés par l'industrie horlogère et de leurs propriétés physiques et chimiques ; de l'influence de la constitution de ces alliages sur leurs propriétés, etc., etc. Nous renvoyons pour le détail de ces recherches aux rapports publiés chaque année.

— En outre, le L. S. R. H. s'est préoccupé de problèmes d'intérêt général concernant l'influence de divers facteurs physiques sur la marche des montres. Les recherches faites ont abouti à la publication d'un certain nombre de mémoires, mais les sujets sont loin d'être épuisés et les problèmes loin d'être définitivement résolus.

La température agit de bien des façons, directes ou indirectes, sur la marche des montres. Nous avons été conduits pour l'étude de cette question à nous occuper de la variation des propriétés élastiques de certains métaux et alliages avec la température, en utilisant des méthodes aussi variées que possible. Nous avons en particulier observé la marche de chronomètres non compensés entre  $-180^{\circ}$  et  $+100^{\circ}$ .

Le champ magnétique, l'aimantation de certains organes, influence la marche de façon souvent énorme. Nous avons entrepris des recherches en vue de préciser ces influences et les moyens de les éviter dans la mesure du possible. Toute la question si importante et actuelle de la montre amagnétique est liée à cette étude, et partiellement résolue.

Le mode de suspension d'une montre agit sur sa marche. Une montre suspendue librement à un clou se met à osciller, ce qui entraîne, suivant les cas, une avance ou un retard. Il s'agit ici d'un très joli problème de mécanique rationnelle qui a préoccupé divers savants, entre autres le célèbre lord Kelvin, et auquel nous avons apporté notre contribution.

La pression barométrique agit sur la marche ; ce problème nous a longtemps préoccupés, et continue de le faire. Au moyen de cloches pneumatiques nous avons

<sup>1</sup> Voir Bulletin technique du 8 août 1942, p. 180.

suivi la marche de chronomètres soumis à des pressions variant entre 1 mm de mercure et 4 atmosphères. Des expériences de contrôles ont été effectuées en transportant une série de chronomètres de la plaine à la haute montagne (cabane Dupuis, 3300 m) ; elles ont corroboré les résultats des observations au laboratoire.

D'autres problèmes encore ont été abordés ; citons l'établissement de *jauges cylindriques fondamentales* destinées à unifier les calibres des pivots et des trous de pierres en poussant la précision absolue jusqu'au millième de millimètre ; la *luminosité des substances radioactives* utilisées pour les cadrans et les aiguilles, et ses variations avec le temps, etc.

\* \* \*

— Quelle sera l'activité future du L. S. R. H. et quelles études compte-t-il entreprendre ? Il est difficile de le dire. Cela dépendra essentiellement des problèmes que poseront les industriels, problèmes qui continueront à recevoir toute notre attention ; mais leur nature dépendra de l'évolution de l'industrie horlogère. Il paraît probable, cependant, que l'étude des métaux, de leurs propriétés, de leur constitution, que *la métallographie* en un mot jouera un rôle de plus en plus considérable. Nous nous outillons dans cette direction.

L'*horlogerie électrique* sera aussi, très probablement, au premier plan des préoccupations à venir ; aux Etats-Unis et dans divers pays d'Europe, elle a déjà acquis une importance énorme, et l'industrie suisse ne peut ignorer ce mouvement ; notre laboratoire s'associera à ses efforts.

La marche des montres *aux basses températures*, telles qu'en rencontrent les avions aux grandes altitudes, préoccupe les fabricants, et nous nous sommes équipés pour des contrôles de ce genre qui pourront être poussés jusque vers  $-50^{\circ}$ .

La fabrication de chronographes de précision, électriques ou autres, que l'on réclame de nos jours pour *le chronométrage scientifique* — pour les besoins militaires, par exemple — ou pour le chronométrage sportif, nécessitera certainement aussi des recherches et des contrôles.

Enfin tout l'imprévisible, que par définition nous ne pouvons pas entrevoir, mais que le L. S. R. H. est prêt à suivre avec la plus grande attention : tout ce que, d'un jour à l'autre, peut apporter de nouveau une invention, une découverte scientifique. Car c'est toujours, en définitive, d'une découverte scientifique, fruit le plus souvent de recherches désintéressées, que sortent les progrès les plus notoires et les nouveautés techniques les plus surprenantes et les plus inattendues ; l'histoire entière des sciences et de leurs applications est là pour le prouver.

Ce que nous souhaitons, c'est que le L. S. R. H., rencontrant toujours plus d'appui et de compréhension, remplisse toujours mieux son rôle de soutien de l'industrie horlogère et contribue pour sa part aux progrès, à la prospérité de cette belle industrie, pour le plus grand bien de notre pays.

## V. L'aménagement technique intérieur.

Le Laboratoire suisse de recherches horlogères (L. S. R. H.) et l'Institut de physique de l'Université (I. P.) sont logés dans ce bâtiment, et se le partagent à peu près par moitiés : en principe le sous-sol et le rez-de-chaussée logent l'I. P. (fig. 11 et 12), tandis que le premier et le second étages sont réservés au L. S. R. H., qui disposera, en outre, du troisième étage pour son développement ultérieur. Un partage rigoureux est impossible, et certains locaux seront utilisés conjointement par les deux institutions. Une liaison intime est d'ailleurs bienfaisante, et même indispensable pour assurer aux deux occupants, mais plus spécialement au L. S. R. H., un développement harmonieux. Un laboratoire de recherches, en effet, doit de toute nécessité se rattacher à un établissement d'instruction supérieur, pour bénéficier de façon aussi directe que possible des progrès de la science,

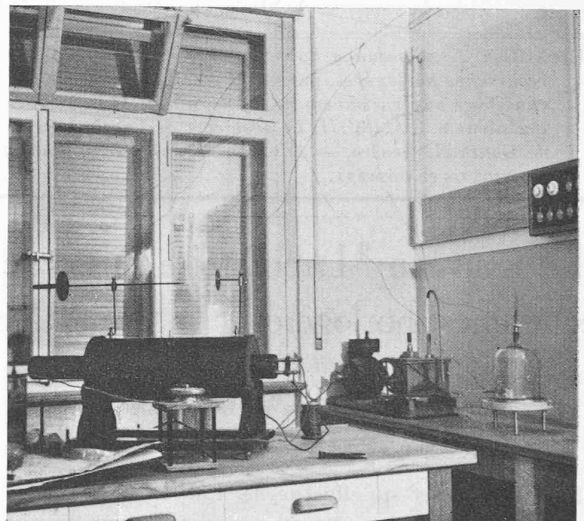


Fig. 11. — Un laboratoire de recherches de l'Institut de Physique.

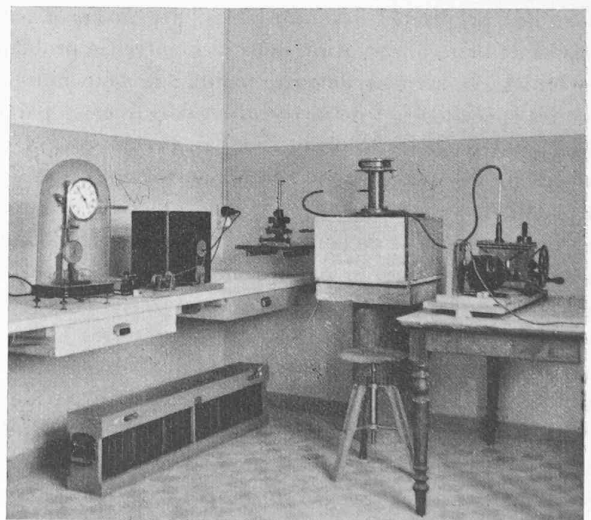


Fig. 12. — Un laboratoire de recherches de l'Institut de Physique.

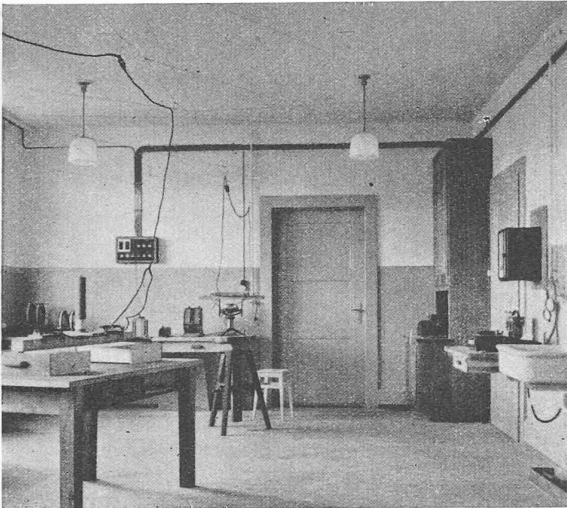


Fig. 15. — Le laboratoire de recherches électriques et magnétiques.

des appareils spéciaux de mesure, de la bibliothèque, et surtout du personnel spécialisé de ce dernier. Les laboratoires techniques que nous possédons en Suisse, rattachés à l'École polytechnique fédérale, à l'Université de Lausanne, en sont des exemples. Une collaboration avec l'Université est encore plus nécessaire dans le cas du L. S. R. H. dont l'une des tâches consiste dans l'organisation des cours et des travaux de laboratoire destinés aux techniciens horlogers.

Chaque étage est divisé longitudinalement en deux parties par un vestibule qui en occupe toute la longueur, et donne accès aux diverses salles ou aux laboratoires. Ces derniers sont de dimensions variables suivant les besoins, les uns n'ayant que 3,50 m de largeur et une seule fenêtre, d'autres le double ou davantage. Les séparations sont constituées par des galandages relativement légers qui pourraient au besoin être déplacés.

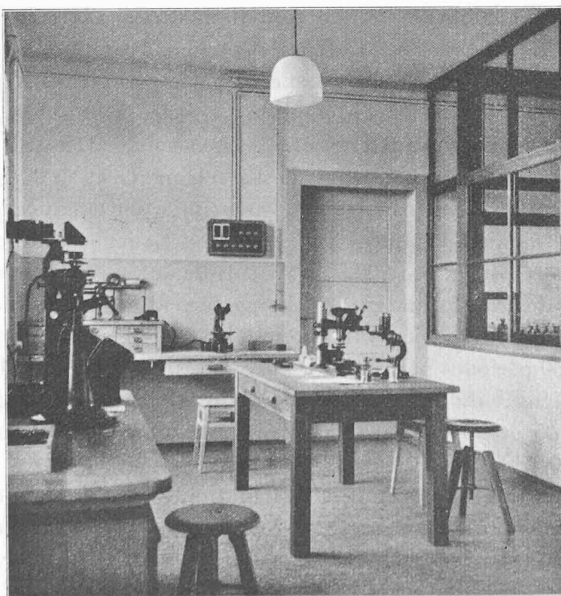


Fig. 13. — Le laboratoire de métallographie.

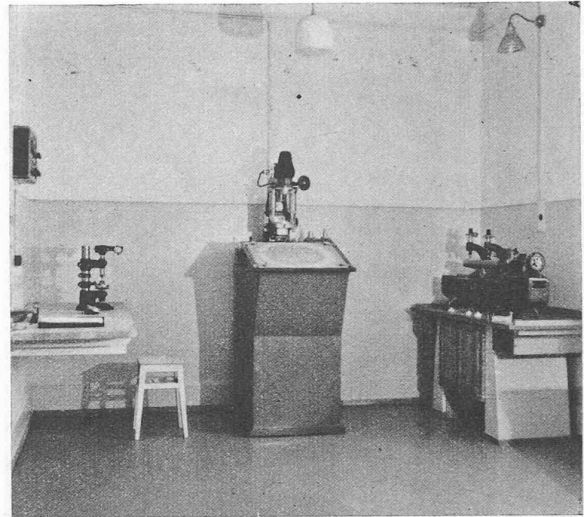


Fig. 14. — Le laboratoire de métrologie.

On a pris beaucoup de peine pour assurer l'insonorité, aussi grande que possible, des divers locaux. Dans ce but le béton brut des dalles d'étage, en ciment armé, a été recouvert d'un tapis de fibres végétales sur lequel repose une dalle mince de béton recouverte à son tour de linoléum ou de carrelage ; dans quelques cas un plancher et un parquet de chêne ont été posés sur la natte isolante.

Le bâtiment est chauffé « par rayonnement », ce qui présente de nombreux avantages : économie de combustible, absence complète de corps de chauffe visibles, réglage facile, suppression des courants de convection qui remuent la poussière, sensation de confort par une température de 16 ou 17°, hygiène.

Les laboratoires du L. S. R. H. sont divisés en trois sections. Au premier étage, aile ouest, se trouvent des locaux spécialisés, destinés aux recherches métallographiques (fig. 13), à la métrologie (fig. 14), à l'étude des

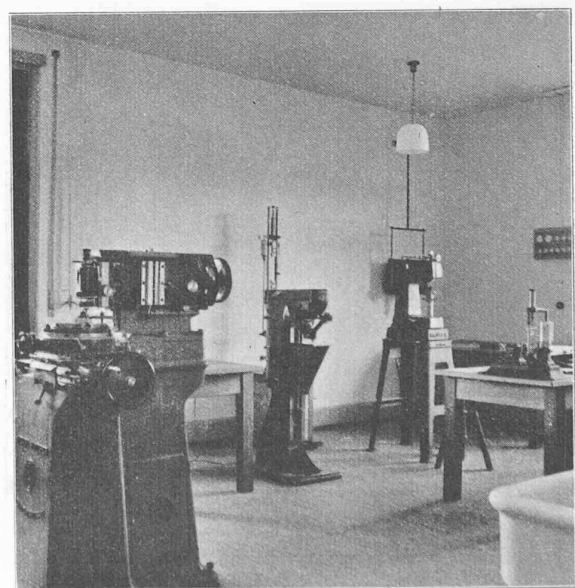


Fig. 16. — Le laboratoire des essais mécaniques.

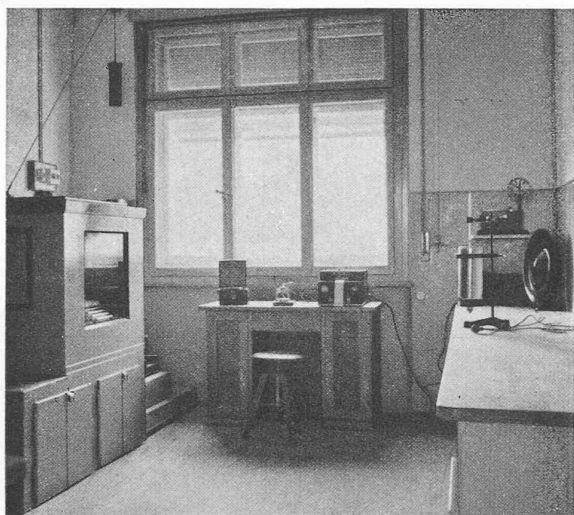


Fig. 17. — Le laboratoire destiné à l'étude des montres ; à gauche, le cryostat.

substances lumineuses radioactives, à la photographie. Au second étage, aile ouest, des locaux spécialisés pour les recherches électriques et magnétiques (fig. 15), les essais mécaniques (fig. 16), l'étude thermique des alliages, et l'étude de la marche des montres aux basses températures (fig. 17). Ce dernier local est pourvu d'une chambre frigorifique permettant les observations jusqu'à  $-50^{\circ}$ . Au second étage, aile est, se trouve le département réservé aux recherches chimiques : analyses, essais de corrosion, études électro-chimiques, études des huiles et autres lubrifiants. Les autres locaux du L. S. R. H. comprennent une salle de cours et des laboratoires pour les travaux pratiques des techniciens. Tous ces locaux sont pourvus d'appareils et de machines grâce aux acquisitions antérieures, à des acquisitions faites à l'occasion du transfert, et enfin à de beaux dons en espèces

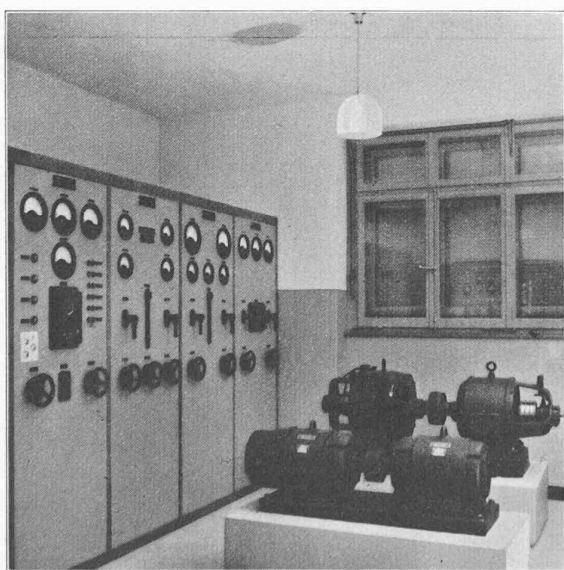


Fig. 18. — La petite centrale électrique et le tableau de distribution.

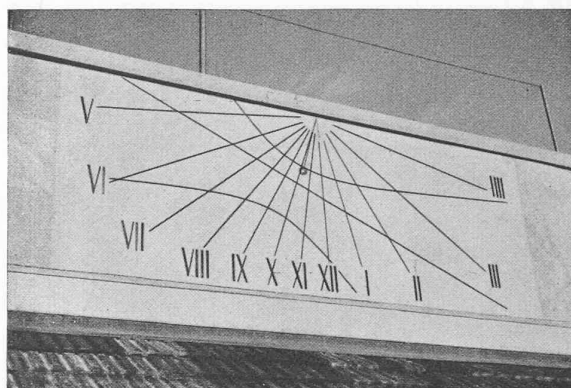


Fig. 19. — Le cadran solaire dessiné sur la face sud de la terrasse supérieure (longueur 4 m).

et en nature qui ont considérablement enrichi les collections du L. S. R. H.

Le grand auditoire, dont il a déjà été question, est pourvu de gradins portant les bancs et pupitres pouvant recevoir plus de cent auditeurs.

Le toit du grand auditoire forme terrasse au premier étage, et servira à des expériences ou essais en plein air. Une seconde terrasse, plus petite, occupe le faîte du toit ; on l'a ornée d'un grand cadran solaire sur sa face sud-sud-est (fig. 19).

Deux bibliothèques, dépendant l'une de l'I. P. et l'autre du L. S. R. H., réuniront les richesses en livres et périodiques des deux institutions.

Les *installations électriques* sont une chose essentielle dans un bâtiment du genre de celui-ci. Le réseau lumière a été construit entièrement en « pyrotanax », canalisation électrique qui offre une sécurité complète en cas d'incendie, et qui peut en outre, lors d'accident, supporter des déformations extrêmes sans risque de court-circuits. Les courants monophasés à 125 et 220 volts sont à disposition dans tous les laboratoires de façon permanente ; le courant triphasé 220-380 volts dans certains locaux pourvus de moteurs ou de fours électriques.

En outre, des courants spéciaux, de genres très variés, peuvent être utilisés n'importe où grâce à une distribution soigneusement étudiée. Au sous-sol se trouvent une batterie d'accumulateurs de 120 éléments et une petite centrale électrique (fig. 18), ces installations sont la propriété de l'I. P. mais elles alimentent également les laboratoires du L. S. R. H. Cette centrale, au moyen de groupes de transformation et de transformateurs, est à même de produire des courants monophasés de basse fréquence (8-60 périodes par sec.), de moyenne fréquence (300-1800 pér./sec.) du monophasé ordinaire 50 pér. aux tensions de 45 et 90 volts ; du courant continu à haute tension (400-3000 volts).

Un tableau général de distribution, situé dans la centrale en question, est en relation avec des sélecteurs au nombre de deux par étages ; ces sélecteurs d'étage (fig. 20) eux-mêmes peuvent être mis en connexion avec les tableaux situés dans les divers laboratoires. Comme pour

les autres installations, on a cherché à donner à celle qui assure la distribution de l'électricité la plus grande souplesse possible : le nombre des conducteurs est suffisant, et on ne risque guère d'être pris au dépourvu ; d'ailleurs la pose de nouvelles lignes est rendue possible à n'importe quel moment grâce à la présence de tubes de réserve noyés dans le béton des dalles et des murs.

Une installation téléphonique assez complète permet d'établir les relations entre les divers locaux et avec l'extérieur.

Enfin une installation de « recherche de personne » évite des courses perpétuelles, qui seraient souvent longues, lorsqu'il s'agit d'atteindre quelqu'un qui n'occupe pas son local habituel.

Dans un bâtiment destiné à des recherches chronométriques, la distribution de l'heure acquiert une importance particulière. Le L. S. R. H. possède une distribution entièrement autonome. Le local des horloges est situé au sous-sol, protégé le mieux possible contre les trépidations et les variations de température. Une horloge mère, marchant avec une régularité de quelques centièmes de seconde par jour, est installée contre un pilier de béton prévu dans ce but. Grâce à un relai photo-électrique, elle synchronise un pendule électrique de Hipp — pouvant fonctionner comme horloge de réserve — muni des contacts nécessaires : contact à seconde, à minute et au quart de minute. Des lignes spéciales permettent d'actionner des horloges à seconde dans les laboratoires de mesure, des horloges de vestibules, et enfin l'horloge monumentale de la façade nord du bâtiment, qui est dotée d'un éclairage au néon.

#### VI. Le chauffage par rayonnement du L. S. R. H.

Les expériences heureuses faites en Suisse et à l'étranger avec le chauffage des locaux par rayonnement ont permis d'appliquer ce mode de chauffage dans le nouveau

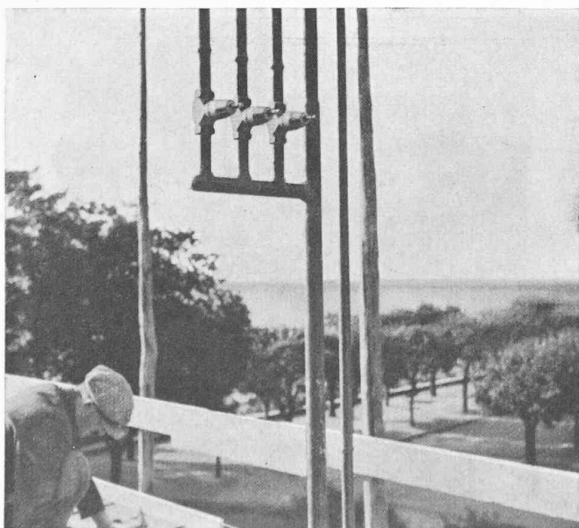


Fig. 22. — Colonnes montantes et vannes de distribution du chauffage central qui seront noyées dans le mur de refend.

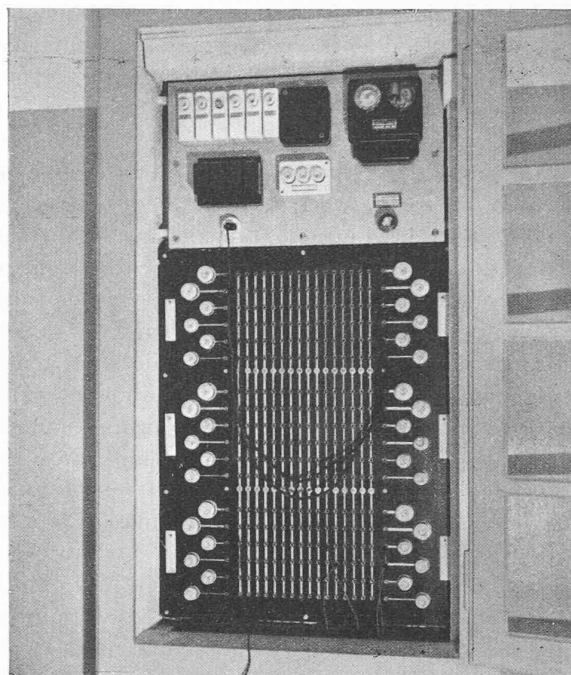


Fig. 20. — Un sélecteur d'étage pour la distribution de l'électricité.

bâtiment du Laboratoire de recherches horlogères et Institut de physique de Neuchâtel.

Il est de toute importance, pour les instruments de mesure placés dans ces locaux, que la chaleur y soit répartie uniformément et que la température de l'air soit partout la même. Il faut aussi éviter, le plus possible, le brassage de l'air et le déplacement de la poussière qui s'ensuit.

Le chauffage par rayonnement répond à toutes ces exigences.

La chaleur nécessaire est transmise directement aux murs, planchers, meubles, etc. par le rayonnement du

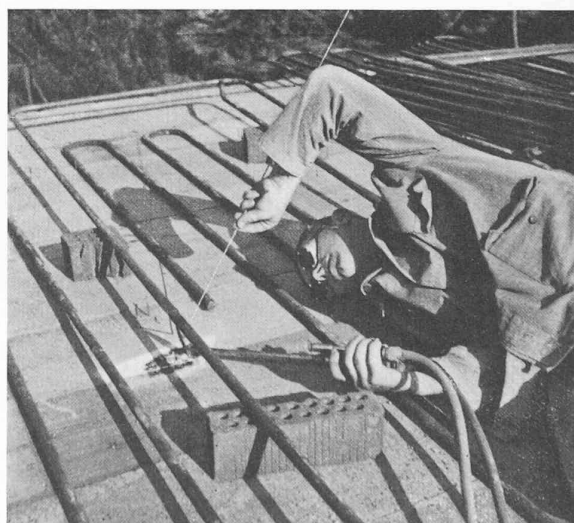


Fig. 21. — Pose et soudure à l'autogène des serpentins des chauffage par rayonnement, noyés dans les dalles de béton.

plafond dans lequel les serpentins de chauffe sont noyés (fig. 21), alors que, dans le chauffage par radiateurs, c'est au contraire l'air, préalablement réchauffé aux surfaces des radiateurs, qui transmet la chaleur aux murs, etc.

L'effet d'un chauffage par rayonnement est doux et agréable, grâce à ses grandes surfaces de chauffe qui permettent de réaliser des températures superficielles plus basses que celles qui sont requises par les radiateurs. Les températures de l'eau de chauffage ne dépassent pas  $+50^{\circ}\text{C}$  environ au départ, même par les grands froids.

A l'encontre d'autres systèmes de chauffage, ce sont les plafonds, murs et planchers qui ont alors une température quelque peu plus élevée que l'air ambiant, ce qui permet de réaliser une température de l'air bien uniforme dans chaque pièce. D'autre part, cette température peut être tenue d'environ  $1$  à  $2^{\circ}$  plus basse que dans des locaux chauffés par radiateurs, tout en donnant la même sensation de bien-être.

En supprimant la circulation de l'air et, de ce fait, le déplacement de la poussière se déposant d'ordinaire sur le plancher et les radiateurs, l'air est plus frais et plus agréable dans les locaux chauffés par rayonnement que dans ceux chauffés par radiateurs.

De plus, la sensation de sécheresse de l'air, caractérisant en général le chauffage par radiateurs, est supprimée, étant donné que la poussière n'est ni brassée, faute de circulation de l'air, ni grillée, faute de radiateurs à surfaces d'une température relativement élevée.

Le chauffage par rayonnement permettrait au surplus de refroidir à peu de frais les locaux en été, en faisant circuler de l'eau rafraîchie dans les serpentins de chauffe noyés dans les plafonds ; ce rafraîchissement de l'air n'a pas été réalisé, il est vrai, dans la présente installation, mais il sera facile de procéder par la suite à cet équipement supplémentaire.

Le montage d'un chauffage par rayonnement se fait parallèlement à l'achèvement du gros œuvre du bâti-

ment (fig. 22 et 23), de sorte que, celui-ci sous toit, l'installation de chauffage est également terminée, ce qui permet de sécher en temps utile la construction et de gagner du temps. D'autre part, on évite les percements des murs, des planchers, les scellements de colliers et supports de radiateurs, etc.

Les serpentins de chauffe d'une longueur totale de 4700 m environ, nécessaires à l'installation, ont été cintrés et soudés sur place par le monteur. Les soudures des raccords des serpentins de chauffe ont été effectuées d'après le procédé breveté Sulzer, avec bagues intérieures.

Les tubes employés pour ces installations sont déjà soumis dans l'usine à une pression de  $60\text{ kg/cm}^2$ . Une fois le coffrage d'une partie d'un étage terminé, les serpentins de chauffe sont mis en place et raccordés aux colonnes montantes et, avant de les bétonner, de nouveau soumis à une pression de  $35$  à  $40\text{ kg/cm}^2$ . Après le ferrailage, de petits blochets en béton sont encore placés entre le coffrage et les serpentins de chauffe, afin de les maintenir uniformément à la distance voulue de la surface du plafond.

Le besoin total de chaleur du bâtiment est couvert par une chaudière combinée Sulzer de construction spéciale, permettant de brûler du coke ou du bois (fig. 24). Un avant-foyer pour combustion de bois est adjoint au côté longitudinal de la chaudière normale en fonte pour combustion de coke. Un régulateur spécial règle automatiquement la combustion, suivant les besoins variables de chaleur, de façon à maintenir constante la température voulue de l'eau de chauffage. L'avant-foyer est entouré d'un corps à refroidissement par circulation de l'eau de chauffage et d'une jaquette calorifuge très efficace. Afin de réaliser, en brûlant du bois, la meilleure combustion possible et en particulier celle des gaz qui se condensent déjà à de basses températures, l'avant-foyer est garni de pierres réfractaires ; la grille est de la même matière. Un appareil de sûreté veille à ce que la température maxi-

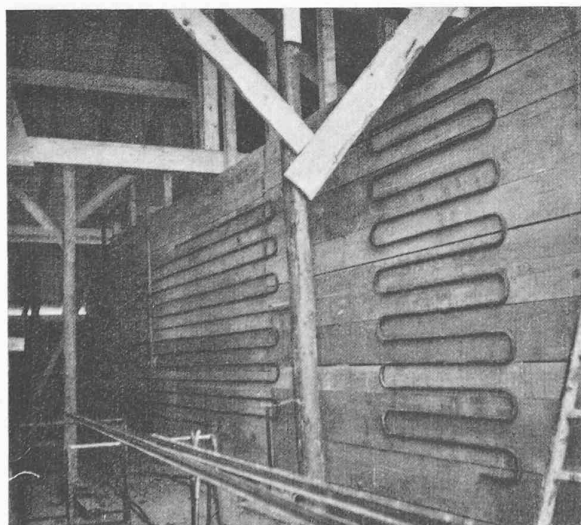


Fig. 23. — Serpentins disposés verticalement pour le chauffage du troisième étage.

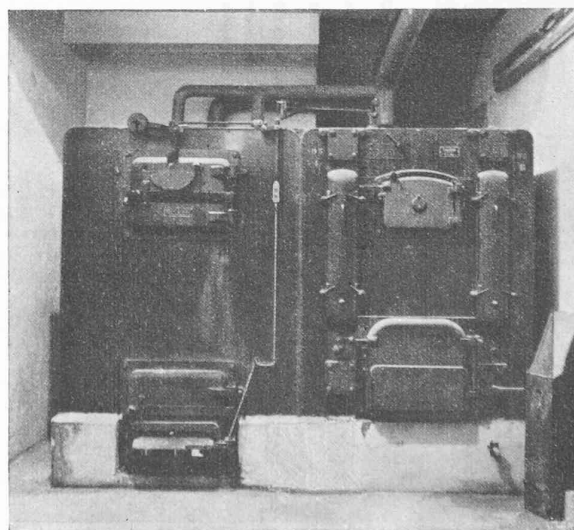


Fig. 24. — Chaudière du chauffage central. A gauche, chauffage au bois ; à droite, chauffage au charbon.

mum (50° C environ) de l'eau de départ du chauffage par rayonnement ne soit pas dépassée.

La circulation forcée de l'eau de chauffage dans le réseau est assurée par une pompe centrifuge, modèle Sulzer, accouplée directement à un moteur électrique.

L'installation a été subdivisée en quatre groupes :

1. groupe « Façade nord »,
2. » « Façade sud »,
3. » « Grand Auditoire »,
4. » « Appartement concierge ».

Les groupes 1 à 3 sont construits avec un dispositif de mélange de l'eau de retour, de sorte que leur température d'eau de départ peut être réglée suivant les besoins.

Chaque local possède au moins une vanne de réglage permettant de régler à volonté l'intensité du chauffage ou de l'arrêter complètement. Ces vannes de réglage, facilement accessibles, sont logées dans les murs.

## VII. L'heure électrique au Laboratoire de recherches horlogères,

par RENÉ P. GUYE, ingénieur S. I. A.

La connaissance de l'heure exacte dans les auditoires, laboratoires et ateliers du bâtiment qui abrite le Laboratoire de recherches horlogères et l'Institut physique de l'Université de Neuchâtel n'est pas un luxe, pratique et agréable certes, mais bien une réelle nécessité imposée par la nature des travaux qui sont effectués dans ce sanctuaire des recherches de haute précision.

L'étude de ce problème a montré que, en plus de l'indication de l'heure dans les principaux locaux du bâtiment, il était nécessaire de distribuer, dans certains laboratoires et auditoires, des impulsions de courant de seconde en seconde pouvant être utilisées soit pour des mesures ou des enregistrements horaires de précision, soit pour actionner des compteurs électro-chronométriques battant la seconde. Cette dernière condition implique de toute évidence la nécessité d'utiliser un instrument horaire central de grande précision, distribuant l'heure dans les locaux du bâtiment avec une complète sécurité.

Il était d'ailleurs facile de se rendre compte que seul un réseau d'unification électrique de l'heure était à même de remplir correctement ces fonctions principales, auxquelles s'ajoutait la mise en mouvement, tous les quarts de minute, des aiguilles de l'horloge monumentale placée au-dessus de la porte d'entrée principale.

La figure 25 montre schématiquement la réalisation de cette

unification, et permet de reconnaître les organes principaux au moyen desquels ces conditions sont remplies, c'est-à-dire :

- le centre horaire proprement dit, dont la fonction est d'émettre, avec une exactitude aussi grande que possible, les impulsions de courant toutes les minutes, toutes les quinze secondes et toutes les secondes ;
- les horloges électriques secondaires, sautant la minute, installées dans les divers locaux du bâtiment ;
- l'horloge monumentale, dont les aiguilles avancent toutes les quinze secondes ;
- les prises de courant auxquelles les appareils horaires, utilisant les impulsions de courant émises toutes les secondes, sont reliés ;
- le réseau des lignes de connexion ;
- la source de courant centrale.

Pour assurer au centre horaire qui gouverne l'ensemble du réseau une marche très précise, il a été nécessaire de modifier quelque peu le dispositif classique constitué par l'horloge-mère électrique, faisant fonction de « garde-temps ». En effet, la mise en action avec une sécurité suffisante des trois dispositifs à contact, émettant les impulsions de courant énumérées ci-dessus, demande au mécanisme de l'horloge-mère de vaincre des résistances mécaniques relativement considérables ; il devenait dès lors difficile d'assurer à la dite horloge une précision suffisante, compatible avec les fonctions de garde-temps. Il a donc été nécessaire de transformer cette horloge-mère en un relais horaire et de l'actionner, ou mieux de la régler, par une horloge primaire de grande précision, à laquelle le rôle de garde-temps est dévolu.

Le centre horaire comprend ainsi trois appareils soit : l'horloge primaire ou directrice — l'horloge relais ou

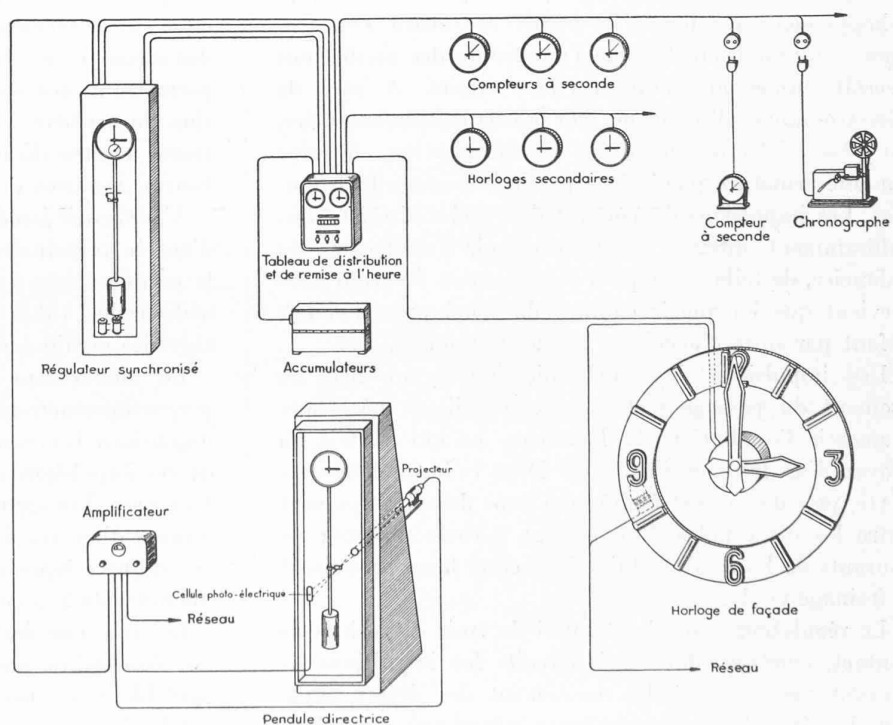


Fig. 25. — Réseau d'unification de l'heure du Laboratoire de recherches horlogères. Système Favag.

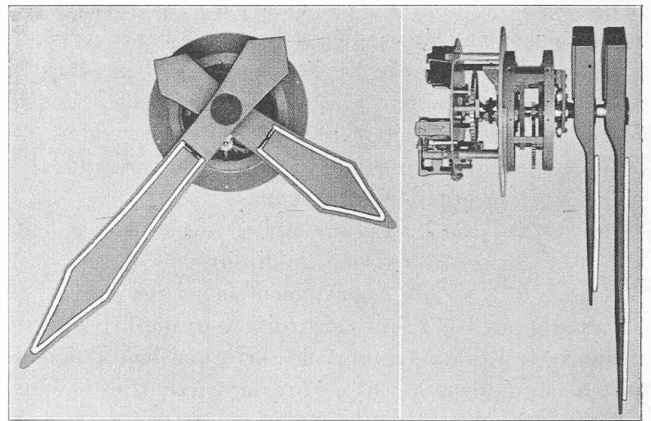
asservie — le tableau de distribution et de contrôle, duquel partent les lignes électriques de connexion qui desservent les horloges secondaires à minute, l'horloge monumentale de la façade et les appareils horaires utilisant les impulsions de courant émises chaque seconde.

Le rôle d'*horloge directrice* ou *garde-temps* est rempli par une des horloges de précision, appartenant au L. S. R. H., laquelle est fixée contre un pilier de béton massif ancré lui-même sur la dalle de fondation supportant tout le bâtiment. C'est dire que cette horloge est absolument stable, à l'abri des vibrations ou des chocs susceptibles d'influencer sa précision de marche ; comme elle ne possède aucun dispositif de contact permettant l'émission des impulsions de synchronisation de l'horloge asservie et que l'on veut éviter toute entrave mécanique au battement régulier de son balancier, on a eu recours à l'utilisation d'une cellule photo-électrique. Sur la face arrière du pilier en béton est placé un petit projecteur formé par une lampe d'auto, dont le filament est placé au foyer d'un miroir parabolique. Le rayon lumineux traverse le pilier de béton et la planche de fond du régulateur, par une ouverture tubulaire, et arrive sur la cellule photo-électrique. Sur la tige du pendule est fixé un petit écran en aluminium, percé d'une fente verticale, et de telle sorte que le rayon lumineux ne puisse frapper la cellule que lorsque le pendule passe par la position verticale ; la durée de l'éclair ainsi produit est de 0,1 seconde ; l'impulsion de courant fournie par la cellule est amplifiée par un amplificateur à lampes triodes et alimente toutes les secondes l'électro-aimant de synchronisation de l'horloge asservie.

L'*horloge asservie* ou *relais* est un régulateur électrique dont les oscillations du balancier sont entretenues automatiquement par un échappement à palette de Hipp, échappement qui ferme le circuit contenant l'électro-aimant d'impulsion dès que l'amplitude des oscillations décroît au-dessous d'une certaine limite. A côté de l'électro-aimant d'impulsion, sur la verticale du balancier, est placé l'électro-aimant de synchronisation, agissant sur une armature placée à la partie inférieure du balancier. Les impulsions du courant de synchronisation sont suffisamment intenses pour entretenir l'oscillation du balancier, de telle sorte que l'échappement de Hipp n'intervient que lorsque le courant de synchronisation fait défaut par suite d'accident, panne de lumière, etc.

Les impulsions de synchronisation ayant lieu au moment du passage par la verticale, il est nécessaire d'amortir l'oscillation du balancier, ce qui se fait au moyen d'un freinage électrique. Dans ce but le balancier porte, près de son extrémité, une lame de cuivre passant entre les deux pôles d'un aimant permanent fixe ; les courants de Foucault induits dans cette lame produisent le freinage voulu.

Le régulateur asservi est muni de trois dispositifs de contact, émettant dans trois circuits les impulsions de courant nécessaires à l'actionnement des divers appareils horaires. Bien que la charge mécanique soit relative-



F g. 26 — Mouvement secondaire électro-magnétique, avec aiguilles en anticorodal et tubes au néon.

vement grande, aucune perturbation n'est à craindre, comme cela pourrait être le cas pour une horloge mécanique du type classique.

Le *réseau* comprend, comme cela a déjà été dit : les horloges secondaires sautant la minute, les prises de courant sur lesquelles les appareils utilisant les signaux de seconde peuvent être branchés, et l'horloge extérieure placée au-dessus de la porte d'entrée principale.

Les *horloges secondaires*, alimentées chaque minute, sont munies de mouvements électro-magnétiques à armature rotative polarisée (fig. 26) ; les boîtiers de la plupart des horloges sont construits pour permettre l'encastrement du mouvement dans le mur, de telle sorte que le cadran et son verre de protection ne présentent qu'une très petite saillie sur la paroi.

Les appareils utilisant les impulsions de courant émises chaque seconde sont ou bien des appareils de contrôle ou d'enregistrement servant à des démonstrations ou à des essais divers, ou bien des chronographes enregistreurs permettant des comparaisons horaires avec une précision du centième de seconde, ou bien encore des compteurs électro-chronométriques indiquant l'heure, en heures, minutes et secondes.

L'*horloge de façade* (fig. 27), placée au-dessus de la porte d'entrée principale, mérite quelque attention, car c'est la première fois, en Suisse du moins, que l'on a réussi à utiliser des tubes luminescents au néon pour l'éclairage des aiguilles et des graduations du cadran.

Le mouvement-moteur est un mécanisme électro-magnétique actionné tous les quarts de minute par les impulsions de courant émises par l'horloge-mère ; la durée de ces impulsions est de 1,5 seconde et leur intensité de 1 ampère. Les aiguilles avancent donc tous les quarts de minute d'un arc de  $1^{\circ} 30'$  ; leur extrémité parcourt un arc d'une longueur de 28 mm puisque le cadran a un diamètre de 215 cm.

Les contours des aiguilles sont soulignés par des tubes au néon-hélium émettant une lumière orange dorée très agréable. Ces tubes étant alimentés par du courant alternatif à haute tension (environ 4000 volts), il a fallu pré-

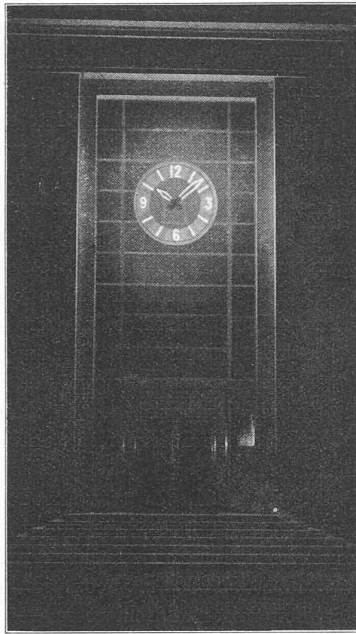


Fig. 30. — Horloge à aiguilles et graduation lumineuses, diamètre 2.15 m.

voir un dispositif de transformation approprié pour que les organes qui transmettent le courant soient soumis à une tension électrique qui ne présente ni danger, ni difficulté d'isolation.

La *source de courant* qui alimente le réseau dans son ensemble est une batterie d'accumulateurs d'une centaine d'ampères-heures, sous une tension de 24 volts, utilisée également pour d'autres buts ; le réseau des lignes de connexion est à double fil, section 1,5 et 1 mm<sup>2</sup>.

Comme conclusion à cette brève description, que peut-on souhaiter de mieux à toutes ces horloges, si ce n'est de montrer à ceux qui travaillent dans ce beau bâtiment la valeur du temps et de ne compter pour eux que des heures de travail heureux et fécond.

#### VIII. Le problème de l'huile examiné par le L. S. R. H.,

par H. MÜGELI, directeur-adjoint du L. S. R. H.

Les huiles sont utilisées en proportion assez considérable dans presque toutes les opérations d'usinage, de décolletage, de taillage, de fraisage, etc., et pour la trempe des aciers.

Relevons à ce propos que l'emploi des huiles d'usinage et de trempe ne correspond pas toujours aux dernières données de la technique. Très souvent, les horlogers utilisent encore des mélanges de corps gras dont la recette est un héritage de famille ou une tradition qu'on ne veut en aucune façon modifier. C'est une erreur et une complication inutile. Il existe actuellement, sur le marché, des huiles d'usinage et de trempe spécialement adaptées à chaque cas particulier et qui remplacent avantageusement les vieux bains empiriques. Ainsi, pourquoi utiliser du beurre ou des huiles comestibles indispensables à

l'alimentation du pays, lorsque certaines huiles minérales peuvent remplir le même but ? Il faut, dans ce domaine, savoir s'adapter aux méthodes nouvelles et utiliser, sans trop de préjugé, les produits préparés par des spécialistes. Cette adaptation s'impose surtout en période de guerre.

Il n'existe malheureusement pas en Suisse de maisons spécialisées dans le raffinage des huiles. Pour combler cette lacune, le L. S. R. H. s'est mis en relation avec une maison de Bâle qui s'est chargée d'effectuer chez elle les opérations en question. Nul doute que cette collaboration n'aboutisse à un résultat intéressant sans méconnaître cependant que les difficultés à surmonter seront grandes.

Pour le moment, nous « vivons » sur nos réserves d'huiles étrangères et sur les faibles importations encore possibles. L'économie est donc de rigueur.

On peut également récupérer les huiles usagées. Cette opération se fait à l'aide d'appareils basés sur l'absorption des produits d'oxydation par des terres convenablement choisies. Il s'agit d'une simple filtration, suffisante dans bien des cas, mais qui n'a pas le pouvoir de rendre à l'huile sa pureté et ses propriétés initiales.

La lubrification des montres est un problème qui devient de jour en jour plus angoissant. En effet, les huiles finies des grandes maisons étrangères n'arrivent que partiellement ou même plus du tout.

De tous les côtés, on s'adresse au L. S. R. H. pour demander conseil. A défaut des huiles étrangères, il faut se contenter de celles qui se préparent en Suisse. Elles n'ont peut-être pas la grande renommée de celles qui avaient la faveur des horlogers, mais elles conviennent dans la majorité des cas et sont susceptibles d'être améliorées, surtout si on se donne la peine de raffiner spécialement les huiles de base.

L'utilisation des huiles minérales pour la lubrification aux basses températures pose le problème de l'étalement, qui avait été résolu par l'emploi de l'épilame de la Compagnie française de raffinage. Or, depuis 1940, ce produit fait complètement défaut. Pour obvier à cette carence, quelques maisons suisses ont lancé un produit similaire. Le L. S. R. H., à la demande des industriels, a également mis au point un liquide vendu sous le nom de produit « L. S. R. H. n° 7815 » qui donne toute satisfaction. C'est une solution ininflammable qui s'applique comme l'épilame. Cependant, les corps qui entrent dans sa composition sont tous rationnés, donc difficiles à obtenir. C'est la raison pour laquelle il faut les utiliser avec parcimonie.

Dans le domaine du graissage, mentionnons encore que depuis plusieurs années, le L. S. R. H. fabrique une graisse pour la lubrification des ressorts de barillet. C'est une graisse neutre et suffisamment onctueuse pour assurer une détente régulière du ressort.