

Vingt-cinq années
de Laboratoires d'essais
des constructions de génie civil
de l'Université de Liège

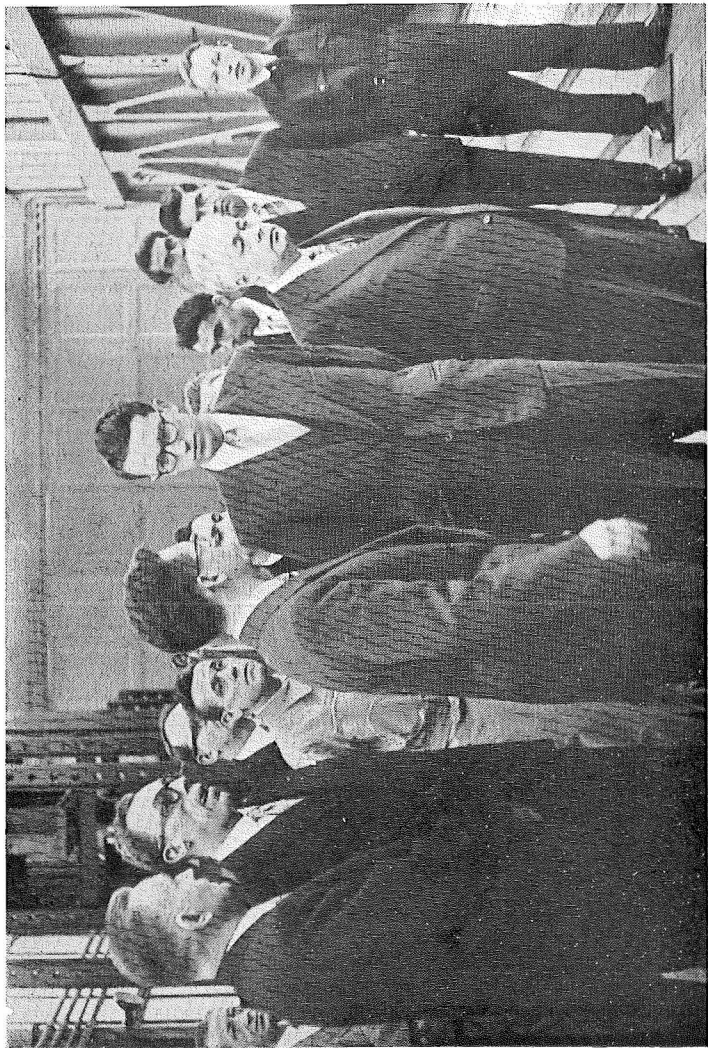
par

F. CAMPUS

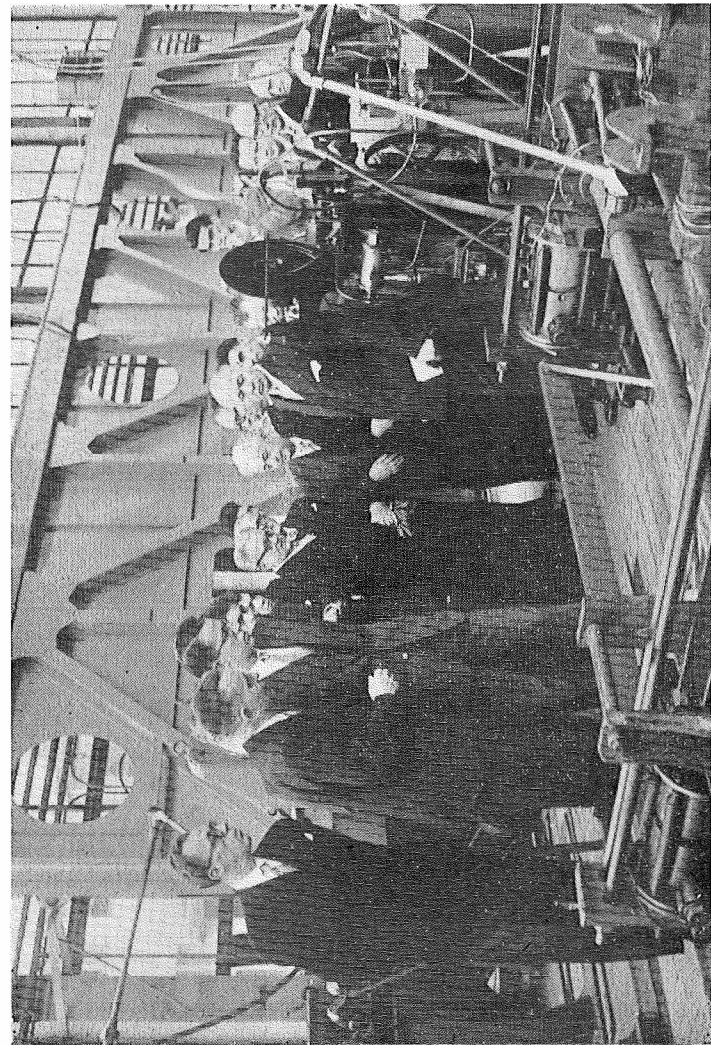


Extrait du Bulletin du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais
scientifiques du Génie civil (Tome VIII - 1956)

VISITE DE S. M. LE ROI BAUDOUIN AUX LABORATOIRES D'ESSAIS
DES CONSTRUCTIONS DU GENIE CIVIL, LE 25 OCTOBRE 1956.



Le Roi interroge un étudiant



Dans la halle expérimentale

Vingt-cinq années de Laboratoires d'essais des constructions de génie civil de l'Université de Liège

par

F. CAMPUS (*)

I. — HISTORIQUE

Appelé au début de l'année 1926 à l'honneur de fonder à l'Université de Liège l'enseignement des constructions du génie civil, l'auteur a d'emblée déployé tous ses efforts en vue de disposer d'un laboratoire pour l'enseignement et la recherche. Si le problème était d'une part simplifié par l'absence de toute installation pour cet enseignement, cette situation en augmentait la difficulté d'autre part en raison de l'importance nécessaire d'un tel laboratoire. L'auteur s'est rendu compte qu'à l'époque les possibilités de réaliser un programme complet n'existaient pas, non seulement au point de vue financier, mais surtout en ce qui concerne les locaux. Il a jugé devoir commencer l'organisation du laboratoire en restant dans les limites de possibilités très modestes, mais sans perdre de vue le but final de la réalisation d'un laboratoire assez vaste, répondant à la nature de l'enseignement dont il dépendait. En juin 1928, la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège autorisa l'auteur à effectuer un rapide voyage d'information, qui le con-

(*) Professeur ordinaire à l'Université de Liège.

duisit au Laboratoire fédéral d'essais des matériaux de Zurich (Professeur M. ROŠ), au Laboratoire de résistance des matériaux de Lausanne (Professeurs A. DUMAS et J. BOLOMEY), au Laboratoire de l'École nationale des Ponts et Chaussées à Paris (Professeur Aug. MESNAGER) et enfin au Laboratoire de Boulogne-sur-Mer (Directeur R. FERET). Les modèles choisis étaient, mêmes les moins importants, hors de proportion avec les perspectives immédiates de développement à Liège, mais les impressions recueillies devaient permettre de réserver l'avenir.

A la fin de 1929, le service des constructions du génie civil put disposer d'un bâtiment désaffecté, sis 9, rue Grétry. Il avait servi d'école primaire de complément, puis avait été jugé impropre à cet usage. Il était voué à la démolition. L'ayant appris, l'auteur entreprit auprès des autorités académiques des démarches afin de pouvoir disposer de ce bâtiment et l'obtint. L'aménagement d'un laboratoire fut entrepris au rez-de-chaussée et dans les caves de cet immeuble vétuste, dont la petite cour fut couverte d'un toit vitré pour servir d'atelier.

Un crédit de première installation alloué par la Commission Administrative du Patrimoine de l'Université permit l'acquisition d'un premier équipement et, le 28 mars 1930, il put être procédé à l'inauguration de cet embryon de laboratoire, dans le travail duquel l'auteur fut assisté par un chef de travaux, M. le Dr R. DANTINNE (qui avait été un de ses premiers étudiants) et un préparateur, M. F. KERFS, remplissant en même temps les fonctions de concierge.

Dès le début des travaux pratiques furent organisés pour les étudiants dans ce laboratoire ; certains même furent admis à y effectuer des recherches en vue de travaux de fin d'études.

D'après les opinions qu'il avait acquises au cours de ses années de travail antérieures à son professorat, opinions dans lesquelles il avait été renforcé par son voyage d'information précité de 1928, l'auteur avait dès la conception (1) destiné son laboratoire

à la collaboration avec l'industrie. Si étonnant que cela puisse paraître avec le recul d'un quart de siècle, cet embryon assez modeste de laboratoire fut prié dès les premières semaines de procéder à des études pour l'industrie, d'abord par une des principales usines sidérurgiques du bassin liégeois, ensuite par une importante société hennuyère, auxquelles il put rendre des services appréciés dans la mise au point de fabrications nouvelles.

Le laboratoire put ainsi progressivement se procurer des ressources, qui lui permirent de renforcer modestement son personnel et de disposer du petit matériel nécessaire à un fonctionnement régulier. Cette aisance, très relative, à l'échelle du développement extrêmement modeste du début, constituait néanmoins un encouragement matériel précieux, s'ajoutant à l'important appui moral que donnait la confiance d'établissements industriels renommés. Le cercle s'en élargissait constamment et les administrations publiques s'y ajoutaient. C'est ainsi qu'au début de 1934, le laboratoire fut chargé par l'Administration des Ponts et Chaussées d'une importante étude sur la résistance des mortiers et des bétons à l'eau de mer.

Il fallait confectionner 2.952 éprouvettes, dont un tiers devaient être immergées dans la mer à Ostende. Les essais devaient durer jusqu'en 1964, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas terminés. En dépit des graves dégâts occasionnés par la guerre au port d'Ostende et aux bâtiments actuels du laboratoire, en dépit de la tempête désastreuse du 1^{er} février 1953, les essais se sont déroulés d'une manière entièrement conforme au programme et seront conduits entièrement à bonne fin.

Rétrospectivement, après plus de vingt années écoulées, on peut s'étonner que ce jeune laboratoire, encore si démuné de matériel et de personnel, ait acquis déjà assez d'expérience pour réussir l'organisation d'un essai d'aussi longue haleine et aussi exceptionnel, d'une manière telle que sa réalisation a montré qu'il n'y a presque pas eu d'imprévision. Il est permis de constater que s'il fallait recommencer, l'expérience plus que sextuple

acquise actuellement ne pourrait pas perfectionner considérablement l'organisation réalisée en 1934.

Il est vrai qu'à cette époque le laboratoire avait déjà dû se développer. Comme l'immeuble de la rue Grétry ne le permettait pas, une annexe avait été aménagée dans une aile abandonnée et presque ruinée de l'Abbaye du Val-Benoît. Un opérateur y travaillait sous les ordres d'un ingénieur, tous deux rémunérés par les ressources que le laboratoire tirait des services prêtés à des tiers. C'est dans cette annexe que furent confectionnées toutes les éprouvettes pour l'essai à la mer.

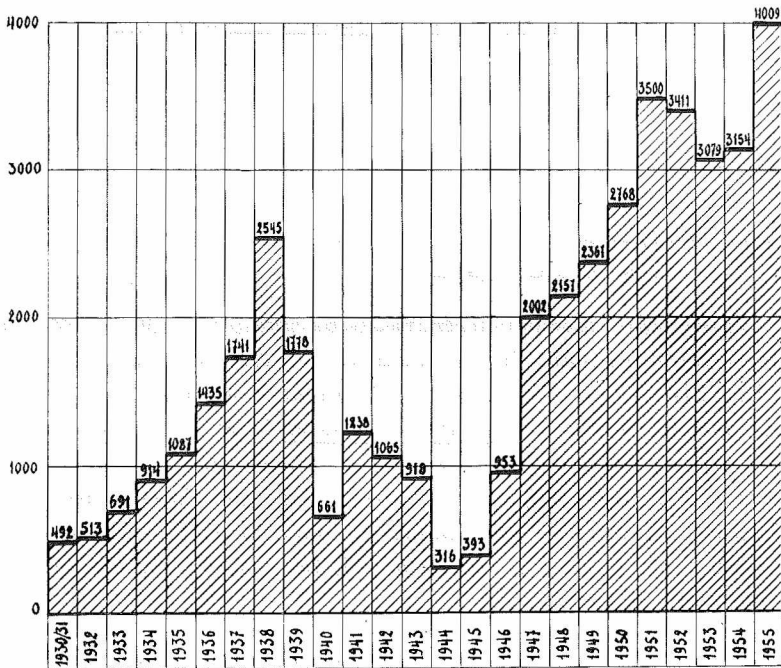
L'activité ne cessa de croître d'une manière continue, de telle sorte que l'achèvement des nouveaux locaux dans l'Institut du Génie Civil au Val-Benoît survint à une époque d'extrême nécessité. Le laboratoire fut, pour cette raison, le premier à s'installer dans les nouveaux instituts du Val-Benoît. Lors de leur inauguration officielle et solennelle en automne 1937, les Laboratoires d'essais des constructions du génie civil y fonctionnaient déjà depuis plusieurs mois avec un personnel renforcé. Cette occupation représentait une expansion considérable de volume. Mais le laboratoire s'y était préparé de longue date, avait prévu assez tôt les équipements essentiels, avait pu obtenir les crédits nécessaires et passer à temps les commandes.

Les nouveaux locaux suffirent pendant les premières années pour le développement normal, que la guerre vint d'ailleurs arrêter en 1940. En 1944, les laboratoires furent à ce point sinistrés qu'ils furent réputés détruits et irréparables. Le personnel fut dispersé et en 1945, lors de la fin de la guerre, tout paraissait perdu : personnel, réserve financière, matériel, locaux.

Cependant, le travail n'avait à aucun moment été totalement interrompu. Il fut poursuivi au ralenti dans des locaux malcommodes de refuge et même dans les bâtiments sinistrés. Il fut repris avec activité le plus tôt possible et les Laboratoires d'essais des constructions du génie civil furent de nouveau les premiers à réintégrer les instituts à peu près reconstruits du Val-Benoît.

Actuellement, les locaux dont il dispose sont redevenus insuffisants et c'est un nouveau problème qui s'ébauche de faire face aux besoins d'avenir et qui prendra de l'ampleur dans les années prochaines.

L'activité des laboratoires ne cesse d'augmenter si l'on en prend comme critère le nombre des essais pour des tiers enregistré annuellement (fig. 1). Mais l'utilisation par les étudiants et le travail de recherche ne cessent également de croître.



Une mesure administrative faillit pourtant mettre fin à l'activité des laboratoires, lorsqu'une disposition générale les contraignit à verser ses recettes à la Caisse de l'Université. Ceci aurait rendu impossible le paiement du personnel et aurait entraîné son licenciement. Grâce à la haute et bienveillante compréhension de M. LIEGEOIS, directeur général de l'enseignement supérieur, un arrêté royal du 10 mai 1938 autorisa explicitement

les laboratoires à poursuivre leur activité et à percevoir des recettes pour des prestations effectuées pour des tiers, ces recettes étant gérées sous le contrôle de la Commission administrative du Patrimoine de l'Université.

C'est au libéralisme de cette Commission, plus qu'à ses libéralités, que les laboratoires d'essais des constructions du génie civil doivent d'exister et de s'être développés. Grâce lui soient rendues ainsi qu'à ses présidents successifs, principalement au Recteur J. DUESBERG et également à M. l'Administrateur-Inspecteur M. DEHALU. En ce qui concerne les locaux et la majeure partie de l'équipement en matériel scientifique important, qui représentent la plus grande part des investissements, il faut noter que les charges en ont été assumées par le budget du Ministère de l'Instruction publique. Cependant, de ce côté il y a eu quelquefois des retards importants, entraînant des empêchements de travail, et l'insuffisance des ressources propres a rarement permis d'y parer.

L'historique succinct tracé ci-dessus montre quelles sont les possibilités, au point de vue scientifique, d'un régime de liberté, d'initiative et de responsabilité. L'auteur considère que le processus qu'il a relaté est naturel et sain, à tel point qu'il croit même que les difficultés de toutes natures qu'il a rencontrées sont préférables, pour le fondement solide d'un laboratoire, aux facilités accordées à des laboratoires montés de toutes pièces, à grands frais et sur une grande échelle, confiés ensuite à des chercheurs débutants.

L'auteur fut aidé dans le travail, la direction et la gestion du laboratoire par un personnel qui fut toujours et est encore relativement peu nombreux, parce qu'il est presque entièrement rémunéré par les recettes provenant des services rendus à des tiers. C'est cependant ce même personnel qui participe aux travaux des étudiants et à la recherche scientifique. L'auteur rend hommage aux qualités professionnelles de ce personnel, qui contribuent à assurer la bonne renommée des prestations du laboratoire.

Quelques assistants ont aidé l'auteur dans les travaux pratiques et les recherches pendant ce quart de siècle. La plupart y ont acquis des compléments de formation dont ils ont fait bénéficier leurs fonctions ultérieures. Parmi ces collaborateurs, certains ont eu des liens plus permanents avec le laboratoire et doivent être mentionnés particulièrement pour l'importance de leurs contributions. Ce sont :

le Dr R. DANTINNE, chef de travaux dès l'origine, actuellement collègue de l'auteur et co-directeur des laboratoires ;

le Dr R. JACQUEMIN, assistant de 1938 à 1944, puis chef de travaux jusqu'en 1947, actuellement professeur à la Faculté polytechnique du Hainaut, à Mons ;

M. H. LOUIS, assistant de 1935 à 1936, puis assistant volontaire jusqu'en 1944, après son entrée au Corps des Ponts et Chaussées, principal et actif collaborateur de l'auteur pour les essais relatifs à la soudure à l'arc des aciers, actuellement devenu son collègue et co-directeur des laboratoires ;

M^{lle} le Dr. M. DZULYNSKI, assistante de 1947 à 1953, actuellement chef de travaux.

II. — TRAVAUX DE FIN D'ÉTUDES EFFECTUÉS DANS LES LABORATOIRES

- 1931 JACQUEMIN : Granulométrie des bétons.
- 1933 JACQUEMIN : Etude des essais mécaniques des sables.
LEMOINE : Etude des essais mécaniques des sables.
FOULON : Essais mécaniques des pierres.
KARASSIK : Essais mécaniques des pierres.
SZAPIRO : Essais mécaniques des pierres.
PIRARD : Essais mécaniques des pierres.
PIETRARU : Granulométrie des bétons.
- 1934 FRAITURE : Essais mécaniques des sables.
GRIGNET : Etude du retrait des mortiers et bétons.
SZEPS : Essai de corrosion de l'acier à béton par les ciments.
MARCHAL : Essai d'usure des pierres dures.
- 1935 GRIGNET : Etude de différents ciments pour travaux hydrauliques.
- 1936 JODIN : Introduction à l'étude systématique du béton. Essais sur pâtes pures.
MINNE : Corrosion de l'acier enrobé.
HANESSE : Viscosité des goudrons en fonction de leur composition.
XHROUET : Introduction à l'étude systématique du béton. Essai sur mortiers.
- 1937 FELTGEN : Influence de l'addition du Ca Cl^2 sur le retrait du ciment.
DEHAN : Etude de quelques propriétés des bitumes.
DEBAIZE : Mise au point du laboratoire des terres.
- 1938 MARECHAL : Etude de l'écoulement dans les canaux à section variable.

MASSART :	Tarage des capacités et des déversoirs du laboratoire d'hydraulique.
TCHEOU :	Essais sur les rails soudés.
COLLETTE :	Etude de quelques dispositifs de mesure de retrait
KOENTGES :	Corrosion de l'acier enrobé de béton.
GALLER :	Etude de la protection de l'acier contre la corrosion.
POISMANS :	Influence de la température sur le durcissement des bétons.
RAEPERS :	Essais divers sur les bitumes et les émulsions de bitume.
LECLERCQ :	Etude physique et chimique de quelques terres.
DE MEYER :	Isolement thermique.
MICHEL :	Etude comparative des méthodes d'essais sur les goudrons routiers.
1939 BOSLY :	Etude des tensions de retrait dans la soudure.
GILLOT :	Essais physiques des peintures.
PIERARD :	Etude de la répartition des tensions dans les nœuds plans.
CHALTCHIAN :	Poutres en béton armé. Résistance aux moments fléchissants.
FLAMAND :	Etude de la perméabilité des sables.
PIRSON :	Stabilisation des routes en terre.
HEBRANT :	Etude des propriétés de quelques peintures.
DE VILLE :	Etude de l'écoulement dans les canaux Venturi.
CHAUDOIR :	Etude des déversoirs latéraux.
TASSIN :	Poutres en béton armé. Résistance aux efforts tranchants.

FISER :	Détermination des caractères physiques et chimiques de différentes terres.
HOUA :	Détermination des caractères physiques et chimiques de différentes terres.
LEPOIVRE :	Effet des additions sur la prise des ciments à différentes températures.
1940 BRUYERE :	Etude des écoulements dans les canaux Venturi.
SERVAIS :	Expérimentation systématique des appareils de mesure des écoulements par filtration.
NOIROUX :	Etude de quelques sables et d'une terre argileuse.
HENKENS :	Etude de quelques sables et d'une terre argileuse.
1941 LALLEMAND :	Etude de quelques matériaux pour béton et mortiers provenant du Congo Belge.
REMI :	Etude des tensions de retrait dans les soudures.
1942 WILLEM :	Influence du dosage en ciment sur la résistance des bétons.
ROME :	Etude du petit granit des carrières d'Anthistes.
HAINÉ :	Etude des grès-quartzites de Couvin.
DUBOIS :	Influence de la présence de matières organiques dans les sables sur la résistance des mortiers.
HENRY :	Etude expérimentale des écoulements à travers une vanne de fond.
DOYEN :	Etude de la perméabilité des sables suivants : sable normal, de Rocour et de divers mélanges des deux sables.
	Etude des ciments :
JEHAES :	Ciment P.A.N.
SERVAIS :	Ciment H.F.N.
LANTREMANGE :	Ciment sursulfaté.

- 1942 SPEE : Etude d'un modèle réduit de vanne cylindrique.
- BALEKDJAN : Etude de quelques procédés de stabilisation des sols argileux.
- MANOUVRIER : Etude des sables de la province de Liège au point de vue de leur emploi dans les mortiers et bétons.
- 1943 GAUMIER : Stabilisation des sols argileux - addition de limon.
- HOSLET : Stabilisation de quelques sols argileux. Mélanges argile de l'Arbre Saint-Michel + sable des dunes.
- SAUBOUIN : Stabilisation du limon hesbayen par le sable du Rhin 0/2.
- DANSE : Etude de l'écoulement d'un modèle réduit de vanne cylindrique ouverte.
- DUBOIS : Etude de l'écoulement d'un modèle réduit de vanne cylindrique fermée.
- VAN DER STRICHT : Etude de l'écoulement d'un modèle réduit de vanne cylindrique fermée.
- 1944 AIMONT : Etude expérimentale et théorique d'un déversoir et d'un orifice circulaires en mince paroi de 75 cm de diamètre.
- BERGMANS : Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
- EGGERICX : Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
- FRANSSSEN : Etude bibliographique et théorique de la gélivité des matériaux de construction.
- GILLET : Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
- GRUSLIN : Etude de la stabilisation d'un sol argileux.
- HAUTIER : Tarage d'un déversoir et d'un orifice circulaires en mince paroi de 125 mm de diamètre.
- LEMAHIEU : Etude de quelques écoulements par vanne de fond.

- LESAGE : Etude d'un déversoir circulaire en mince paroi de 150 mm de diamètre.
- MARCHAL : Etude de quelques écoulements par vanne de fond.
- MOURY : Contrôle de quelques formules de prédétermination de la résistance des bétons.
- RENAULT : Etude de quelques écoulements par vanne de fond.
- RENSON : Etude de quelques sables belges au point de vue des relations entre la granulométrie, la capillarité et la perméabilité.
- SMET : Etude bibliographique, théorique et expérimentale des essais de compression des terres.
- HENROTTE : Etude d'un déversoir circulaire en mince paroi de 100 mm de diamètre.
- 1948 LABE : Etude documentaire et expérimentale de la stabilisation des sols en vue de la construction des routes au Congo Belge.
- 1949 VANBELLINGEN : Auscultation élasticimétrique et essai statique jusqu'à rupture de trois nœuds soudés de pont Vierendeel soumis à la flexion composée.
- NONCLERCQ : I. - Etude des éléments du béton de terre.
II. - A) Etude du mortier d'argile,
B) Etude du béton d'argile.
- WILLEMS : Essais sur modèles réduits de digues.
- 1950 DELHASSE : Etude systématique et critique des méthodes et des appareils pour les essais physiques des peintures de protection des ouvrages métalliques.
- LIEGEOIS : Contribution à l'étude des déversoirs et des orifices circulaires.
- ROBERT : Contribution à l'étude des déversoirs rectangulaires et triangulaires.

- XHOFFER : Etude théorique et expérimentale des méthodes statiques et dynamiques de détermination du module d'élasticité du béton.
- 1951 GOFFETTE : Essais sur la congélation des sables.
- SMAL : Méthode C.B.R. (California bearing ratio).
- DRIANNE : Essais sur les liants hydrocarbonés autres que le goudron (bitumes et cut-backs).
- EGA : Essais sur liants hydrocarbonés : goudrons.
- MOUREAU
DEBLON
NOIRHOMME
- { Déversoir circulaire 120 mm
Déversoir circulaire 75 mm
Déversoir circulaire 100 mm
- BOCKEN : Essais de gélivité par auscultation dynamique.
- RICHELLE : Analyse de résultats d'essais sur poutres en béton armé.
- MAHIEU : Etude des entraîneurs d'air.
- GREISCH : Etude de l'essai d'usure des matériaux pierreux.
- PÉRLAUX : Etude critique des appareils servant à la détermination de la finesse des poudres et en particulier des ciments.
- JACQUEMIN : Hydratation des laitiers.
- DEMOL : Hydratation des laitiers.
- SEPULCHRE : (Suite de MM. DRIANNE et ECA).
- RADELET : Essais sur 6 poutres en béton armé avec pourcentage d'armature variable.
- SERVAIS : Adhésivité et vieillissement des liants hydrocarbonés.
- 1952 BRONCKART : Etude expérimentale sur la fixation des raidisseurs aux poutres soudées à âme pleine.
- CHRISTIAENS : Etude expérimentale des mesures des propriétés acoustiques des matériaux de construction.

- DARDENNE : Etude des débits d'un orifice vertical circulaire de 50 mm de diamètre.
- EL-MIR : Etude expérimentale de la perméabilité et de la capillarité des sols.
- FIRQUET : Etude de l'influence des différents constituants de « sand-asphalt » sur ses propriétés mécaniques.
- GOOR : Etude des débits de déversoirs circulaires de 75 et de 100 mm de diamètre.
- HOFFAIT : Etude expérimentale du raidissage rationnel de l'âme des poutres à âme pleine.
- JEUNEHOMME : Etude des débits d'orifices circulaires verticaux de 75 et de 100 mm de diamètre.
- LEMEUNIER : Etude expérimentale de la viscosité des goudrons et des goudrons-bitumes routiers.
- L'HERMITE : Etude des méthodes d'essais des propriétés mécaniques du « sand-asphalt ».
- MARCHAL : Etude des débits d'un déversoir circulaire de 125 mm de diamètre.
- OSMAN : Etude expérimentale critique de l'essai C.B.R. (California bearing ratio test).
- SABBAGH : Essais de rupture de poutres en béton armé comportant des armatures de diverses natures.
- STEPHANY : Etude des débits d'un déversoir circulaire de 50 mm de diamètre.
- STIFKENS : Etude des débits d'un orifice circulaire vertical de 125 mm de diamètre.
- 1953 FARAH : Influence du mode de compactage sur la compacité, l'indice C.B.R. et la résistance au cisaillement (C et φ) et la compressibilité du limon du Val-Benoît.
- DUMONT : Endurance de soudures bout à bout.
- HALLET : Adhérence des armatures au béton.

- THIRY : Etude expérimentale sur les concassés enrobés.
- 1953 LAMOTTE : Sand-Asphalt.
- MATRICHE : Détermination expérimentale des dimensions et de la disposition à donner à des raidisseurs d'âme, tant verticaux qu'horizontaux, pour réaliser la résistance maximum de cette âme au voilement.
- MALBRANT
COLLIN
MONTULET
HARPIGNIES
LEENDERS } Courbe de tarage du déversoir circulaire sur les canaux de 190, 500, 1.000 mm de largeur et sur canaux postiches de 300 et 800 mm de largeur et de profondeurs variables. Etude de l'influence des coefficients α , β et $\frac{\omega}{\Omega}$.
- 1954 LEONARD : Etude de la stabilisation du limon du Val-Benoît au moyen d'un ciment Portland.
- DUQUESNE : Essais mécaniques de matériaux pierreux - Porphyre - Calcaire.
- JANSSENS : Essais de fatigue en compression sur béton.
- GENO }
WARNY } Chaleur de dissolution des laitiers.
- BLAVE : Etude des singularités des axes hydrauliques.
- KREUTZ : Etude systématique et critique des méthodes et des appareils destinés aux essais physiques des peintures de protection contre la corrosion métallique.
- BOURLAND : Etude systématique et critique des méthodes et des appareils destinés aux essais physiques des peintures de protection contre la corrosion métallique.
- QUENON : Exposé de la méthode Marshall.
Examen des dosages proposés par les promoteurs de cette méthode. Application de la méthode à divers dosages et en parti-

- culier au dosage moyen et aux dosages limites du cahier des charges des Ponts et Chaussées.
- MINET : Etude des Sand-Asphalt (Suite au rapport de M. LAMOTTE).
- 1955 BLITZ : Dégagement de chaleur des ciments en grande masse.
- CAPRASSE : Etude comparative des divers procédés de détermination de l'hydraulicité des laitiers.
- FORTPIED : Etude de la relation entre la résistance et l'hydratation des liants hydrauliques - Application aux bétons de route.
- DALEM : Etude du frettage en nappes
- GUYAUX : Etude du frettage en nappes
- MAES : Etude du frettage hélicoïdal.
- LIEBEN : Etude de l'adhérence des armatures au béton.
- MARQUET : Adhérence des armatures au béton.
- DEMEY : Limite d'endurance des bétons à la compression.
- JACQUES : Essai Marshall et essai brésilien sur éprouvettes de béton asphaltique prélevées dans des dalles.
- GROGNARD : Traitement d'amélioration d'un sable fin pour la confection d'un sol stabilisé.
- MICHEL : Traitement d'amélioration d'un sable fin pour la confection d'un sol stabilisé.
- CUVELIER : Endurance des soudures bout à bout.
- WILLEM : Résistance et mode de calcul des soudures d'angle.
- FOSSION : Analyse des résultats d'essais de flambement exécutés sur des colonnes en double té en acier A. 37 comprimées obliquement.
- COLIN : Analyse des résultats d'essais de flambement exécutés sur des colonnes en double té en acier A. 37 comprimées obliquement.

III. — BIBLIOGRAPHIE ET PUBLICATIONS RELATIVES A DES TRAVAUX EFFECTUES DANS LES LABORATOIRES

- 1) F. CAMPUS : La conception moderne des laboratoires techniques universitaires. (Revue Universelle des Mines, Liège, 15 décembre 1926).
- 2) F. CAMPUS : Le laboratoire d'essais des matériaux pour routes de l'Université de Liège. (Premier Congrès belge de la Route, Liège, août 1930).
- 3) F. CAMPUS : Observations au rapport du Professeur H. BURCHARTZ (Berlin), concernant les méthodes d'essais des matériaux pierreux pour routes et voies ferrées relatives à leurs résistances aux sollicitations statiques et dynamiques. (Livres du Congrès International d'Essais des Matériaux, Zurich, 1931).
- 4) F. CAMPUS : Observations au rapport du Professeur R. GRÜN (Dusseldorf), concernant les substances pouzzolaniques, notamment l'emploi des poudres de trass et de laitier. (Idem, Zurich, 1931).
- 5) F. CAMPUS : Observations aux rapports des Professeurs SLATER (E.U.A.) et GRAF (Stuttgart), concernant la perméabilité des bétons. (Idem, Zurich, 1931).
- 6) R. DANTINNE : Observations au sujet de l'activité thermique des ciments portland. (Idem, Zurich, 1931).
- 7) E. MARCOTTE : Evolution dans l'essai des matériaux routiers. (Revue des Matériaux de Construction et de Travaux Publics, Paris, février 1932).
- 8) F. CAMPUS & R. DANTINNE : Le télé-extensomètre acoustique du Dr SCHAEFFER, (Bulletin de la Société Royale belge des Ingénieurs et des Industriels, Bruxelles, n° 10, 1932).

- 9) F. CAMPUS : Résultats d'essais effectués sur une charpente métallique enrobée, avant, pendant et après le bétonnage. (Rapport final du 1^{er} Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes, Paris, 1932).
- 10) F. CAMPUS : Etudes et essais préalables à la construction du pont soudé de Lanaye. (Idem, Paris, 1932).
- 11) F. CAMPUS : Etudes et essais relatifs aux nœuds de charpentes. (Revue Universelle des Mines, Liège, 1^{er} et 15 janvier, 1^{er} février 1933).
- 12) F. CAMPUS : La charpente métallique de l'Institut de Chimie et de Métallurgie du Val-Benoît. (Revue Universelle des Mines, 1^{er} et 15 mars, 1^{er} avril 1933).
- 13) F. CAMPUS : Réception des matériaux - Essais de laboratoires - Rapport général. (II^{me} Congrès belge de la Route, Anvers, 1933).
- 14) R. DANTINNE : Les méthodes et les appareils d'essai des pierres utilisées dans la construction des routes. (Idem, Anvers, 1933).
- 15) F. CAMPUS : La composition des bétons de routes. (Idem, Anvers, 1933).
- 16) F. CAMPUS : Résultats d'essais effectués sur divers matériaux pierreux belges. (Idem, Anvers, 1933).
- 17) R. DANTINNE : Résultats d'essais d'usure sur meule sablée de divers matériaux. (Bulletin de l'Association permanente des Congrès belges de la Route, n° 4, 1933).
- 18) F. CAMPUS : Contribution à l'enquête internationale sur la vibration du béton en grandes masses. (Science et Industrie, Paris, février 1934).
- 19) F. CAMPUS : Les ressources de la méthode expérimentale appliquée aux constructions. (La Cité, Bruxelles, n° 6, 1934).

- 20) F. CAMPUS & R. DANTINNE : Essais des pierres dures utilisées dans la construction des routes. (Science et Industrie, Paris, septembre 1934).
- 21) N. SELEZNEFF : Auscultation tensométrique des voitures motrices de la S. A. des Tramways Unifiés de Liège et Extensions. (L'Ossature Métallique, juillet-août, 1934).
- 22) R. DANTINNE & R. JACQUEMIN : Le dosage des bétons. (Revue Universelle des Mines, Liège, juillet 1935).
- 23) F. CAMPUS : Dégradation de pieux en béton armé par le battage. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, février 1935).
- 24) R. DANTINNE : Comparateur interférentiel pour le tarage des extensomètres. (II^{me} Congrès National des Sciences, Bruxelles, juin 1935).
- 25) F. CAMPUS : Détermination des caractéristiques mécaniques des terres argileuses. (Idem, Bruxelles, juin 1935).
- 26) F. CAMPUS : Les charpentes métalliques continues (Idem, Bruxelles, juin 1935).
- 27) F. CAMPUS & R. JACQUEMIN : Introduction à l'étude des sables et des gravillons. (III^{me} Congrès belge de la Route, Bruxelles, 1935).
- 28) R. DANTINNE & S. PIRARD : Appareillages et méthodes d'essais des goudrons. (Idem, Bruxelles, 1935).
- 29) F. CAMPUS & R. DANTINNE : Essais sur pierrailles de laitier enrobées de goudron. (Idem, Bruxelles, 1935).
- 30) F. CAMPUS & R. DANTINNE : Essais sur les goudrons-fillers. (Idem, Bruxelles, 1935).
- 31) F. CAMPUS : Rapport de la Commission D pour l'établissement des conditions de réception des pierres dures pour enrochements, empièvements et pavages. (Idem, Bruxelles, 1935).
- 32) F. CAMPUS : Rapport général de la Section A (Matériaux, construction et entretien) du III^{me}

Congrès belge de la Route. (Idem, Bruxelles, 1935).

- 33) R. SPRONCK : Installation de mesure des actions du vent sur panneaux aménagés dans une façade du nouvel Institut du Génie Civil de l'Université de Liège. (Association belge de Standardisation, 1937. Rapport n° 1 de la Commission spéciale d'étude de l'action du vent sur les Constructions).
- 34) F. CAMPUS : Nœuds rigides de charpentes métalliques continues. (Publication préliminaire du II^{me} Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes, Berlin, octobre 1936).
- 35) F. CAMPUS & A. SPOLIANSKY : Progrès réalisés en Belgique, de 1932 à 1936, dans les applications de l'acier à la construction des ponts et charpentes. (Idem, Berlin, octobre 1936).
- 36) F. CAMPUS : Contrôle de la qualité des soudures. (Rapport final du II^{me} Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes, Berlin, octobre 1936).
- 37) F. CAMPUS : Méthodes d'essais des matières céramiques au point de vue de leur usage. (II^{me} Congrès de la Nouvelle Association internationale d'Essais des matériaux, Londres, avril 1937).
- 38) F. CAMPUS & A. BIJLS : Les effets des basses températures sur la prise et le durcissement des bétons. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, février, avril et juin 1937).
- 39) F. CAMPUS : Essais relatifs à l'action de l'eau de mer sur les mortiers. (Contribution de l'Institut du Génie Civil de l'Université de Liège aux séances du Congrès International d'Essais des Matériaux de Londres, avril 1937 - Revue Universelle des Mines, Liège, 15 octobre 1937).

- 40) F. CAMPUS : Note abrégée sur les effets des basses températures sur la prise et le durcissement des bétons. (Idem, Liège, 15 octobre 1937).
- 41) R. DANTINNE & R. JACQUEMIN : Mesure de la compacité des bétons. (Idem, Liège, 15 octobre 1937).
- 42) F. CAMPUS : Remarques additionnelles sur l'intérêt des déterminations de compacité - Complément à la note de MM. R. DANTINNE et R. JACQUEMIN. (Idem, Liège, 15 octobre 1937).
- 43) F. CAMPUS : Fragen die für die Zukunft des Beton- und Eisenbetonbaues vom Interesse sind. (Beton und Eisen, Heft 23, Dec. 1937).
- 44) F. CAMPUS : Constructions du Génie Civil. (Revue Universelle des Mines, Liège, février 1938).
- 45) F. CAMPUS, I. STERNBACH & G. DAVID : Les Instituts de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège au Val-Benoît. La Direction technique. Les travaux de parachèvement. L'équipement électrique. (Idem, Liège, février 1938).
- 46) F. CAMPUS : Analyse des terres d'une assiette de route. (Contribution du laboratoire d'essais du Génie Civil de l'Université de Liège au IV^{me} Congrès belge de la Route, Gand, 1938).
- 47) F. CAMPUS : La route en béton des nouvelles installations de l'Université de Liège au Val-Benoît. (Idem, Gand, 1938).
- 48) F. CAMPUS : Deuxième rapport de la Commission D pour l'établissement des conditions de réception des pierres dures pour enrochements, empièrrements et pavages. (Idem, Gand, 1938).
- 49) F. CAMPUS, DEBAEDTS, VAN HAUWERMEIREN & HONDERMARCQ : Progrès accomplis depuis le Congrès de Munich dans l'emploi du ciment dans les revêtements de chaussées. (VIII^{me} Congrès international de la Route, La Haye, juin 1938).

- 50) F. CAMPUS : Détermination des propriétés du sous-sol. Méthodes d'essai, appareils de mesure. (Idem, La Haye, juin 1938).
- 51) H. LOUIS : Les tensions internes et les déformations dans les constructions soudées. (Contributions aux Journées de la Soudure de l'A.I.Lg. 18-19 février 1938 - Revue Universelle des Mines, Liège, juin 1938).
- 52) F. CAMPUS : Essais de fatigue de joints soudés de rails. (Idem, Liège, juin 1938).
- 53) F. CAMPUS : Le contrôle des constructions soudées. (Idem, Liège, juin 1938).
- 54) F. CAMPUS : La recherche scientifique peut rendre service à l'Industrie du bâtiment. (Bulletin du Centre de documentation du bâtiment, Bruxelles, n° 1, 1938).
- 55) F. CAMPUS : Essais de compression de piliers en maçonnerie de briques. (Bulletin du Centre de documentation du bâtiment, Bruxelles, n° 2, 1939).
- 56) F. CAMPUS
& H. LOUIS : Le contrôle radiographique des constructions soudées. (Revue Universelle des Mines, Liège, juillet 1939).
- 57) F. CAMPUS,
R. DANTINNE &
R. JACQUEMIN : Essais des peintures et des vernis. (Revue Universelle des Mines, Liège, août 1939).
- 58) F. CAMPUS : Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides. (L'Ossature métallique, Bruxelles, mars et avril 1940).
- 59) F. CAMPUS,
R. DANTINNE &
R. JACQUEMIN : Appareil pour déterminer les efforts qui, dans une éprouvette soumise à la traction, amènent le début des déformations permanentes perceptibles. (Revue Universelle des Mines, Liège, mai 1943).
- 60) F. CAMPUS : Rapport préliminaire concernant les essais sur modèles à trois dimensions de nœuds rigides soudés. (Idem, Liège, 1943).

- 61) H. LOUIS : Résultats de la radiographie dans la détection des défauts macroscopiques des soudures. (Mémoires de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège, n° 4, 1943).
- 62) H. HONDERMARCQ : Etude des contraintes et des déformations élastiques planes basée sur les propriétés des lignes isostatiques. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, juin, août et octobre 1943).
- 63) R. JACQUEMIN : Recherches sur l'hydratation des liants hydrauliques - Thèse de doctorat en sciences appliquées. (Imprimerie Desoer, Liège, 1944 - Réimpression Bulletin du C.E.R.E.S., Liège, Tome II, 1947).
- 64) F. CAMPUS,
R. DANTINNE,
E. VERSCHOOORE,
J. DOOMS &
J. VERSCHAEVE : Constatations récentes et précautions nouvelles à l'égard de la décomposition des mortiers et bétons dans l'eau de mer. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, juin 1945).
- 65) F. CAMPUS : Classification et dénomination des sols. (Revue Universelle des Mines, Liège, 15 octobre 1945).
- 66) F. CAMPUS : Détermination des argiles. (Idem, Liège, 15 octobre 1945).
- 67) P. GRIGNET : Analyse granulométrique des sols par sédimentation. (Précision de la méthode). (Idem, Liège, 15 octobre 1945).
- 68) R. JACQUEMIN : Détermination chimique de la fraction argileuse. (Précision de la méthode). (Idem, Liège, 15 octobre 1945).
- 69) R. SPRONCK : Mise en œuvre, contrôle et stabilisation des matériaux terreux. Etude de l'influence du tassement et de l'humidité. (Revue Universelle des Mines, Liège, décembre 1945).
- 70) F. CAMPUS : Ce que sera l'Exposition scientifique et technique du contrôle industriel. (Avant-

programme des Manifestations du Centenaire de l'A.I.Lg., Liège, 1946).

- 71) F. CAMPUS : Recherches, études et considérations sur les constructions soudées. (Edition « Sciences et Lettres », Liège, octobre 1946, in 8°, 274 pages, 111 figures).
- 72) F. CAMPUS : Grundlegende Fragen der Schweissung von Stahlbauten. (Neue Zürcher Zeitung, Zurich, 30 avril 1947).
- 73) F. CAMPUS : Correspondence on the Paper N° 5492 « Particle-size in Silts and Sands » by R. GLOSSOP & G. A. SKEMPTON. (Journal of the Institution of Civil Engineers, Supplement to N° 8, octobre 1946).
- 74) F. CAMPUS : Introduction au Catalogue du Salon international de la recherche scientifique et du contrôle industriel. (Liège, 1947).
- 75) F. CAMPUS : Bétons compacts pour ouvrages massifs hydrauliques. (Bulletin du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais scientifiques des constructions du génie civil et d'hydraulique fluviale de l'Université de Liège, Tome II, Liège, 1947).
- 76) F. CAMPUS : Questions fondamentales relatives aux constructions soudées. (Idem, Liège, 1947).
- 77) R. DANTINNE : Extensomètres, fleximètres et clinomètres réalisés au laboratoire. (Idem, Liège, 1947).
- 78) F. CAMPUS & R. JACQUEMIN : Essais dynamiques des traverses de chemin de fer en béton armé ou précontraint. (Idem, Liège, 1947).
- 79) F. CAMPUS : Le Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais scientifiques des constructions du génie civil et d'hydraulique fluviale de l'Université de Liège - C.E.R.E.S. (Idem, Liège, 1947).
- 80) F. CAMPUS : Essais sur la résistance des mortiers et des bétons à l'eau de mer. - Synthèse des résul-

- tats de 1934 à 1945. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, août 1947).
- 81) F. CAMPUS : Proeven betreffende de ontbinding van mortels en beton in zeewater sinds 1934 uitgevoerd in de voorhaven van Oostende. (De Ingenieur, La Haye, 4 juillet et 1^{er} août 1947).
- 82) F. CAMPUS : Le Salon international de la recherche scientifique et du contrôle industriel. (L'Ossature métallique, Bruxelles, décembre 1947).
- 83) F. CAMPUS : La limite de fluage des aciers à la température ordinaire. (Revue Universelle des Mines, Liège, 15 décembre 1947).
- 84) F. CAMPUS : 1) Introduction.
2) Génie civil et hydraulique fluviale. (Numéro spécial consacré au Salon international de la recherche scientifique et du contrôle industriel. Revue Universelle des Mines, Liège, 15 janvier 1948).
- 85) F. CAMPUS : Questions fondamentales en matière de constructions soudées. (Annales suisses, Zurich, n° 5, mai 1948).
- 86) F. CAMPUS : Le personnel de la recherche scientifique. (Revue Universelle des Mines, Liège, 15 août 1948).
- 87) F. CAMPUS : L'équipement de la halle expérimentale (deux pulsateurs) et le pulsateur à efforts alternés de l'Université de Liège. (Science et Technique, Bruxelles, n° 9, 1948).
- 88) F. CAMPUS : Les laboratoires d'essais des constructions. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, Numéro jubilaire, 1948).
- 89) F. CAMPUS : Compte rendu succinct de l'activité du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais Scientifiques des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique fluviale de l'Université de Liège du 1^{er} juillet 1947 au

- 30 juin 1948. (Bulletin du C. E. R. E. S., Tome III, Liège, 1948).
- 90) R. DANTINNE : Les vibrations du sol, leur mesure et leurs effets. (Idem, Liège, 1948).
- 91) R. SPRONCK & R. DANTINNE : Analyse des résultats obtenus au laboratoire de géotechnique de l'Université de Liège dans le domaine de la stabilisation du sol. (Rapport du V^{me} Congrès belge de la Route, Bruges, août 1948).
- 92) F. CAMPUS & H. LOUIS : Contrôle des Constructions : Essais et mesures sur les ouvrages existants. (Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg. 1947 - Section Génie Civil - Edition A.I.Lg. 1949).
- 93) R. DANTINNE & R. JACQUEMIN : Les essais des matériaux. (Idem, Liège, 1949).
- 94) F. CAMPUS & Ch. MASSONNET : Essais sur modèles de constructions. (Idem, Liège, 1949).
- 95) F. CAMPUS : Le béton précontraint - Principes et propriétés, expériences, premières réalisations. (Revue Universelle des Mines, Liège, 15 novembre 1949. Résumé dans la Revue Technique Luxembourgeoise, Luxembourg, n° 3, juillet-septembre 1949).
- 96) F. CAMPUS, H. LOUIS & P. GALLER : Construction et restauration de la charpente métallique continue soudée en acier à haute résistance de l'Institut du Génie Civil de l'Université de Liège. (L'Ossature métallique, Bruxelles, n° 12 - 1948 et n° 2 - 1949).
- 97) F. CAMPUS & J. VERSCHAVE : Constatations récentes et précautions nouvelles à l'égard de la décomposition des mortiers et bétons dans l'eau de mer. (XVII^{me} Congrès international de Navigation, Lisbonne, 1949).
- 98) F. CAMPUS : Compte rendu succinct de l'activité du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais Scientifiques des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique fluviale de

l'Université de Liège du 1^{er} juillet 1948 au 30 juin 1949. (Bulletin du C.E.R.E.S., Tome IV, Liège, 1949).

- 99) F. CAMPUS : Quelques observations sur la construction, les dégâts par faits de guerre et la réparation de la charpente soudée de l'Institut du Génie Civil à Liège. (III^{me} Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes à Liège - 1948 - Rapport final, Liège, 1950).
- 100) F. CAMPUS,
H. LOUIS
& E. DEHAN : Constatations relatives au retrait des soudures. (Idem, Liège, 1950).
- 101) F. CAMPUS : Réalisation de bétons compacts par vibration. (Idem, Liège, 1950).
- 102) A. HORMIDAS
& H. LOUIS. Résultats d'essais sur des barres à béton soudées en bout par divers procédés. (Idem, Liège, 1950).
- 103) F. CAMPUS : L'importance des efforts secondaires. (Bulletin du Centre belge d'études et de documentation des eaux, Liège, n° 4 II, 1949).
- 104) F. CAMPUS : Le béton précontraint. (Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles, février et avril 1950).
- 105) F. CAMPUS : Béton pour grands barrages. (Rapport R. 3 - Question n° 5, IV^{me} Congrès international des grands barrages, New-Delhi, 1951).
- 106) F. CAMPUS : Appareils mécaniques de mesures de déformations. (Publication S I/1 du Centre belge de recherches navales, Bruxelles, août 1950).
- 107) F. CAMPUS : Revêtements de routes en béton de ciment - Effets des variations thermo-hygrométriques, fissures et joints. (VI^{me} Congrès belge de la Route, Namur, août 1950).
- 108) F. CAMPUS : La durabilité du béton et du béton armé soumis aux actions atmosphériques. Con-

- sidération particulière des supports en béton armé de lignes électriques aériennes. (Bulletin Scientifique de l'A.I.M., Liège, n^{os} 7, 8 et 9, juillet, août et septembre 1950).
- 109) F. CAMPUS : Ensayos sobre hormigon pretensado. (Consejo superior de investigaciones científicas. Institute Tecnico de la construccion y del cemento, N^o 162, Madrid, novembre 1950).
- 110) F. CAMPUS : The needs of research on the applications of welding in steel building structures. (Building Research Congress, Londres, 1951).
- 111) F. CAMPUS : La composition des bétons. (Revue Universelle des Mines, février 1951).
- 112) F. CAMPUS : Recherches récentes sur la composition des bétons pour revêtements de routes. (Via - Paris, n^o 12, mars 1951).
- 113) F. CAMPUS : Influence de la longueur d'une soudure bout-à-bout sur le retrait transversal. (C.R. Académie des Sciences, Paris, Tome 232, n^o 9, février 1951). (Applied Mechanics Review, U.S.A., déc. 1951).
- 114) F. CAMPUS : Le béton précontraint. (Technisch Wetenschappelijk Tijdschrift, Anvers, n^o 10, octobre 1951).
- 115) F. CAMPUS : Méthodes de mesure des déformations élastiques et plastiques et des tensions de soudure des aciers - Observations au sujet d'une communication de M. R. GUNNERT, faite sous ce titre. (Revue Arcos, n^o 123, Bruxelles, octobre 1951 - Bulletin de la R. I. L. E. M., Paris, n^o 6, septembre 1951, en anglais).
- 116) P. W. ABELES : Some new developments in prestressed concrete. (The Structural Engineer, London, October 1951).

- 117) F. CAMPUS : Compte rendu succinct de l'activité du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais Scientifiques des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique fluviale de l'Université de Liège du 1^{er} juillet 1949 au 31 décembre 1950. (Bulletin du C.E.R.E.S., Tome V, Liège 1951).
- 118) A. VANDEGHEN & M. ALEXANDRE : Essais de torsion sur poutres en caisson. (Idem, Liège, 1951).
- 119) Ch. MASSONNET : Recherches expérimentales sur le voilement de l'âme des poutres à âme pleine. (Idem, Liège, 1951).
- 120) F. CAMPUS : Corrosion du béton et des armatures. (IV^{me} Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes. Cambridge et Londres 1952. Publication préliminaire, Cambridge, 1952).
- 121) F. CAMPUS : Limite de fluage et de relaxation des aciers à la température ordinaire. (VI^{me} Assemblée de la Réunion internationale des Laboratoires d'essais et de recherches sur les matériaux et les constructions. La Haye - septembre 1952 - Bulletin R. I. L. E. M., Paris, n° 10, septembre 1952).
- 122) F. CAMPUS : Le Centre d'études, de recherches et d'essais scientifiques des constructions du génie civil et d'hydraulique fluviale de l'Université de Liège - C.E.R.E.S. (Revue Universelle des Mines, Liège, septembre 1952).
- 123) F. CAMPUS : Recientes investigaciones sobre la composición de hormigones empleados en revestimientos de carreteras. (Informes de la Construcción, Madrid, n° 48, février 1953).
- 124) F. CAMPUS : Le problème scientifique des assemblages soudés. (Revue Universelle des Mines, Liège, n° 5, mai 1953).
- 125) F. CAMPUS : Etudes expérimentales du fluage et de la relaxation des aciers à la température ordi-

- naire. (Bulletin C.E.R.E.S., Liège, Tome VI, 1953). (Comptes rendus de Recherche de P.R.S.I.A., n° 11, juillet 1953).
- 126) M. DZULYNSKI : Relation entre la résistance et l'hydratation des liants hydrauliques - Thèse de doctorat en sciences appliquées. (Bulletin C.E.R.E.S., Liège, Tome VI, 1953).
- 127) F. CAMPUS : Postface au Mémoire de M^{lle} M. DZULYNSKI intitulé « Relation entre la résistance et l'hydratation des liants hydrauliques ». (Idem, Liège, 1953).
- 128) M. ALEXANDRE : Tensométrie et essais de fatigue sur un châssis de bogie en acier moulé. (Idem, Liège, 1953).
- 129) F. CAMPUS : Compte rendu succinct de l'activité du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais Scientifiques des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique fluviale de l'Université de Liège du 1^{er} janvier 1951 au 31 décembre 1952. (Idem, Liège, 1953).
- 130) M. BIQUET : Le fonçage des puits de mines à travers plus de 1.000 mètres de profondeur à travers les sables bouillants. (Annales des Mines de Belgique, Tome LII, 4^{me} livraison, 1953).
- 131) F. CAMPUS : Les grosses conduites de distribution d'eau en sidéro-ciment. (Bulletin du Centre belge d'études et de documentation des eaux, Liège, n° 22, 1953-IV).
- 132) F. CAMPUS : Effects of residual stresses on the behavior of structures. (in « Residual stresses in metals and metal construction », Edited by William R. OSGOOD - Reinhold Pub. Corp., New-York, 1954).
- 133) F. CAMPUS : Réflexion sur les ponts soudés. (Revue de la soudure, Bruxelles, n° 1, 1954).
- 134) F. CAMPUS : Etudes expérimentales du fluage et de la relaxation des aciers à la température or-

- dinaire. (Estratto dei Rendiconti et Pubblicazioni del Corso di Perfezionamento per le costruzioni in cemento armato, Volume V, Milano, 1954).
- 135) F. CAMPUS : Relation entre l'hydratation des liants hydrauliques et les résistances mécaniques des conglomérats. (Silicates industriels, janvier 1955).
- 136) F. CAMPUS & H. LOUIS : Influence du mode de fixation des raidisseurs sur le comportement des poutres à âme pleine. (Revue de la soudure, Bruxelles, n° 1, 1955).
- 137) F. CAMPUS & K. GAMSKI : Abaissement de la limite apparente d'élasticité des aciers par fluage après une amorce d'écrouissage (à la température ordinaire) (C. R. Académie des Sciences, Paris, Tome 241, 28 novembre 1955 - Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, Tomo XLIX, Cuaderno 4°).
- 138) F. CAMPUS & K. GAMSKI : Abaissement de la limite apparente d'élasticité des aciers après une amorce d'écrouissage (à la température ordinaire). Effet sur la relaxation. (C. R. Académie des Sciences, Paris, Tome 242, 13 février 1956).
- 139) F. CAMPUS : Compte rendu succinct de l'activité du Centre d'Etudes, de Recherches et d'Essais Scientifiques des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique fluviale de l'Université de Liège du 1^{er} janvier 1953 au 31 décembre 1955. (Bulletin C. E. R. E. S., Liège, Tome VII, 1955).
- 140) F. CAMPUS & Ch. MASSONNET : Recherches sur le flambement de colonnes en acier A. 37 à profil en double té sollicitées obliquement. (Bulletin C.E.R.E.S., Liège, Tome VII, 1955). (Comptes rendus de recherches de l'I.R.S.I.A., n° 17, février 1956).

HYDRAULIQUE FLUVIALE

- 1) F. CAMPUS : Travaux et recherches préparatoires du laboratoire d'hydraulique fluviale et appliquée aux constructions. (Travaux du Centre d'Etudes des Eaux, Liège, 1941).
- 2) P. GRIGNET : Appareils pour la détermination des lois et coefficients de perméabilité des milieux pulvérulents. (Travaux du Centre d'Etudes des Eaux, Liège, 1943).
- 3) F. CAMPUS : Deux études de dispositions destinées à prévenir ou réduire l'érosion en aval des barrages. (Association Internationale de Recherches pour Travaux Hydrauliques. II^{me} Réunion, Stockholm, juin 1948).

IV. — LA PREMIERE INSTALLATION DANS L'IMMEUBLE DE LA RUE GRETRY N° 9, A LIEGE (1930-1937)

La figure 2 reproduit l'apparence de cet immeuble à l'époque où il était appelé « Institut du Génie Civil de l'Université de Liège ». A gauche de la porte d'entrée, le logement du préparateur-concierge. A droite, le laboratoire. Les étages supérieurs étaient réservés à l'enseignement oral et aux travaux graphiques.

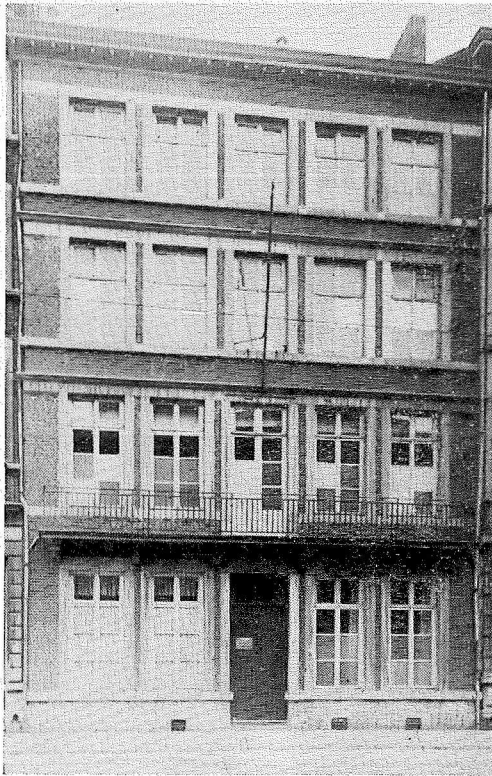


FIG. 2

La figure 3 montre l'intérieur du laboratoire dans les premières années.

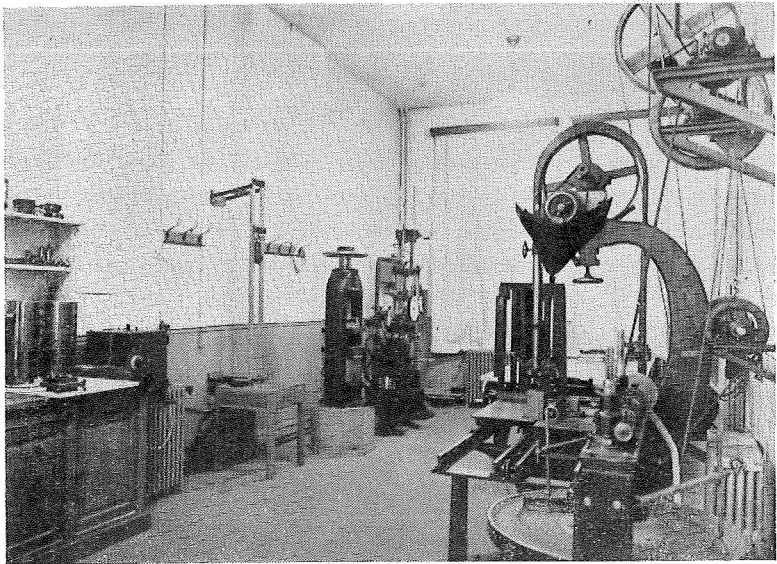


FIG. 3

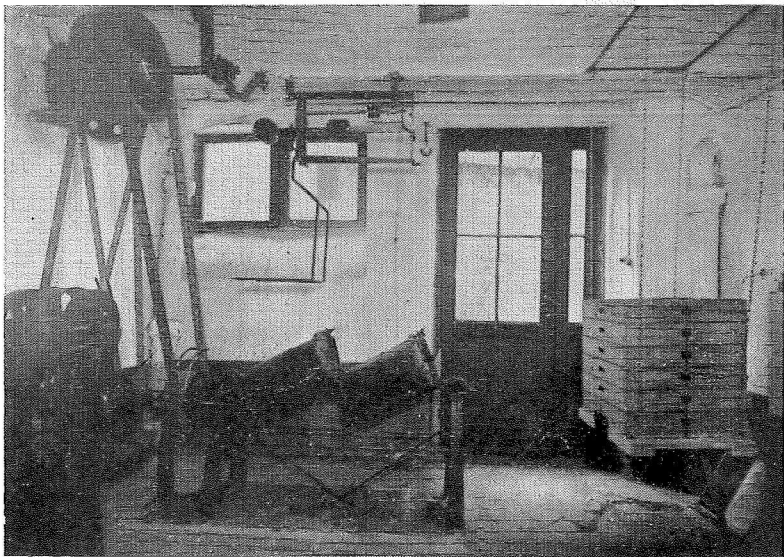


FIG. 4

La figure 4 montre l'utilisation des caves. Au premier plan à gauche, une machine à battre les éprouvettes de mortier normal (selon Klebe-Tetmayer). La machine Deval au centre servait, en fait, de malaxeur à béton. La balance romaine qui la surmonte servait au pesage des constituants du béton. A droite, des passoirs suspendus oscillants pour le criblage de ces matériaux.

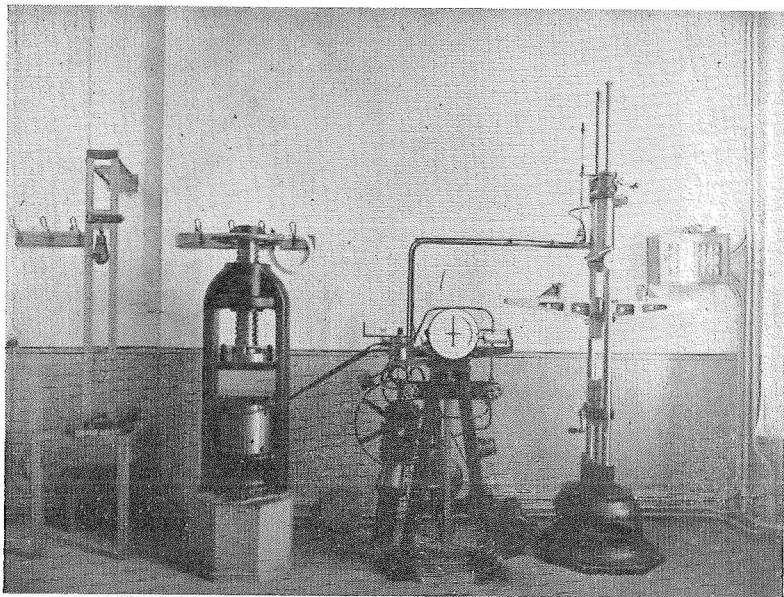


FIG. 5

La figure 5 montre le premier groupe de machines Amsler : de droite à gauche, presse de 200 tonnes, dynamomètre à pendule et pompe à huile, machine universelle de 10 tonnes avec piston coaxial de 1 tonne. Ce groupe est encore en service. A gauche, un appareil pour l'essai de choc des matériaux de revêtement des sols ; il a été remplacé par un appareil plus important et plus robuste.

La machine 6 montre à droite la première machine d'usure sur meule sablée du laboratoire, produite partiellement par son

industrie propre. Elle a servi jusqu'en ces dernières années. L'autre machine vers la gauche est une scie à ruban pour débiter les matériaux pierreux artificiels ou naturels. Les rubans non dentés entraînent un filet d'eau chargé de carborundum et scient par usure. L'appareil représenté est le prototype, résul-

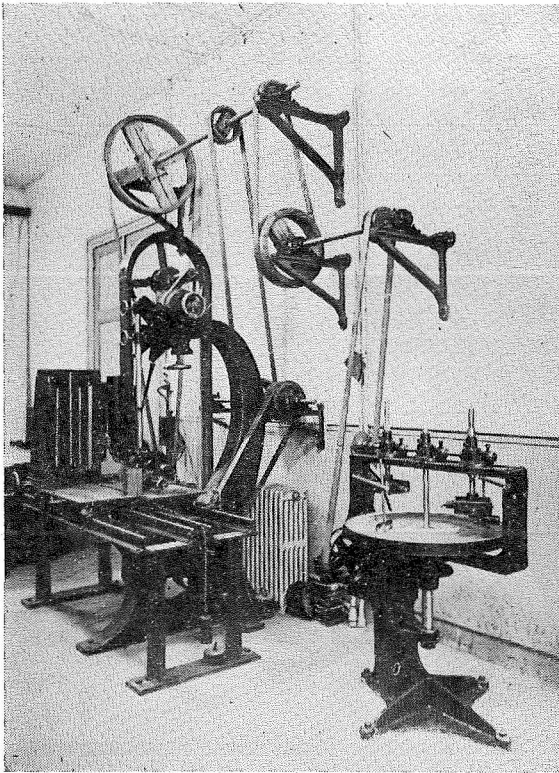


FIG. 6

tant de la transformation, selon les indications du laboratoire, d'une scie à bois réformée. Dans la suite, les laboratoires ont eu en service jusqu'à six scies de ce genre, d'action assez lente, mais susceptibles d'effectuer de grandes coupes : jusqu'à 1 m de dimension maximum.

La figure 7 reproduit le mouton de Page standard américain (fabrication Riehle), pour matériaux pierreux durs de pavage. L'appareil est encore en service. A droite, une étuve Couprie, à gauche un appareil mural pour essais de perméabilité du béton.

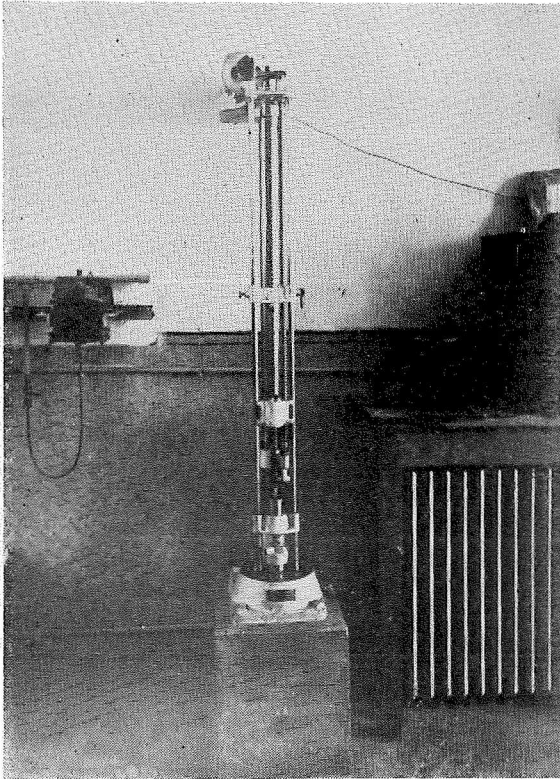


FIG. 7

La figure 8 montre l'état déjà évolué, en 1935, de la cour de l'immeuble, vitrée par dessus pour servir d'atelier. On y voit les machines de la figure 6, qui ont été déplacées du laboratoire dans l'atelier, pour faire de la place. Devant la machine d'usure, un mouton (dit de Föppl), réalisé suivant les dessins du labo-

ratoire, pour l'essai au choc des pierres cassées (ballast, etc.). Vers la droite, une ancienne foreuse à métaux équipée en machine à forer des éprouvettes cylindriques en pierre naturelle ou artificielle, à l'aide de sondes tubulaires diamantées. Début d'une technique de façonnage des éprouvettes en matériaux pierreux, dont le laboratoire a été le pionnier en Belgique et qu'il a considérablement développée dans la suite. Les éprou-

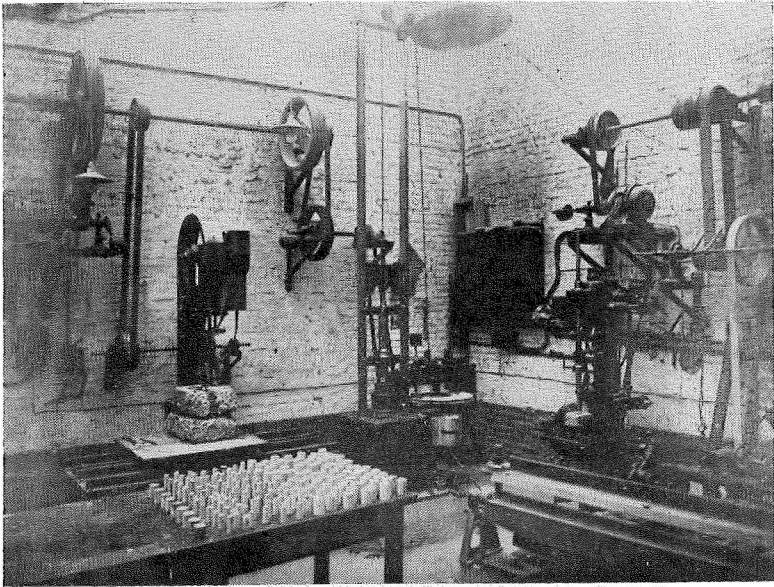


FIG. 8

vettes disposées sur la table caractérisent déjà une certaine productivité et une activité correspondante du laboratoire.

La figure 9 montre l'installation d'essai des liants hydrocarbonés telle qu'elle se présentait, en 1935, dans l'annexe du laboratoire établie dans un local presque ruiné de l'Abbaye du Val-Benoît. On y effectuait aussi les essais des liants hydrauliques ; on aperçoit à gauche le dynamomètre et la pompe à huile d'une presse Amsler de 60 tonnes (encore en service).

A droite, une étuve Couprie (existe encore) et, vers la gauche, des appareils dus à l'industrie du laboratoire pour l'étude de la sédimentation des fillers des goudrons fillérisés.

Ces figures sont des témoignages d'une époque héroïque, marquée par une insuffisance de moyens de toutes sortes, palliée tant bien que mal par une ingéniosité née de la nécessité. De là le caractère hybride résultant du voisinage de quelques appareils

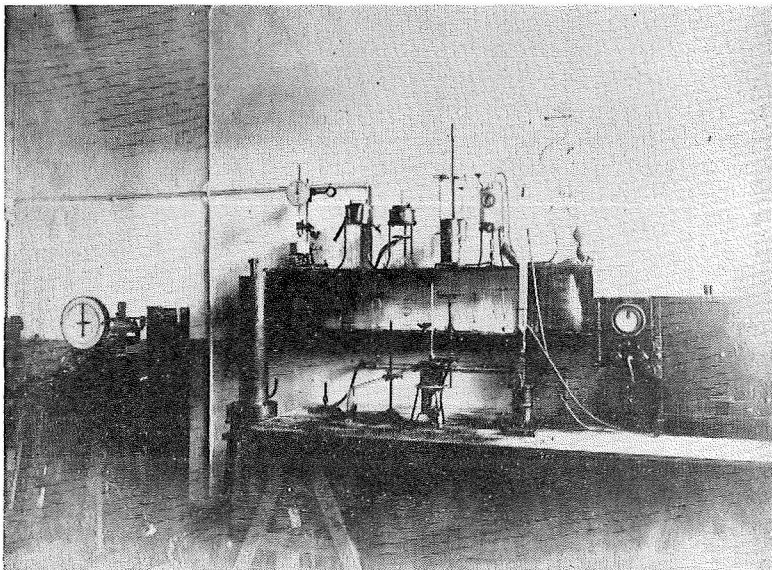


FIG. 9

« de marque », d'ailleurs d'importance réduite, et de machines qui « frisent » le bricolage. Certaines ont assez rapidement disparu, d'autres ont rendu d'assez longs services, certes loyaux ; enfin très peu existent encore.

LEGENDE DES PLANCHES I ET II

- 1 — Grand laboratoire des machines d'essais mécaniques
- 2 et 2^{ter} — Atelier des matériaux pierreux
- 2^{bis} — idem - Chambre isolée

NIVEAU INFÉRIEUR.

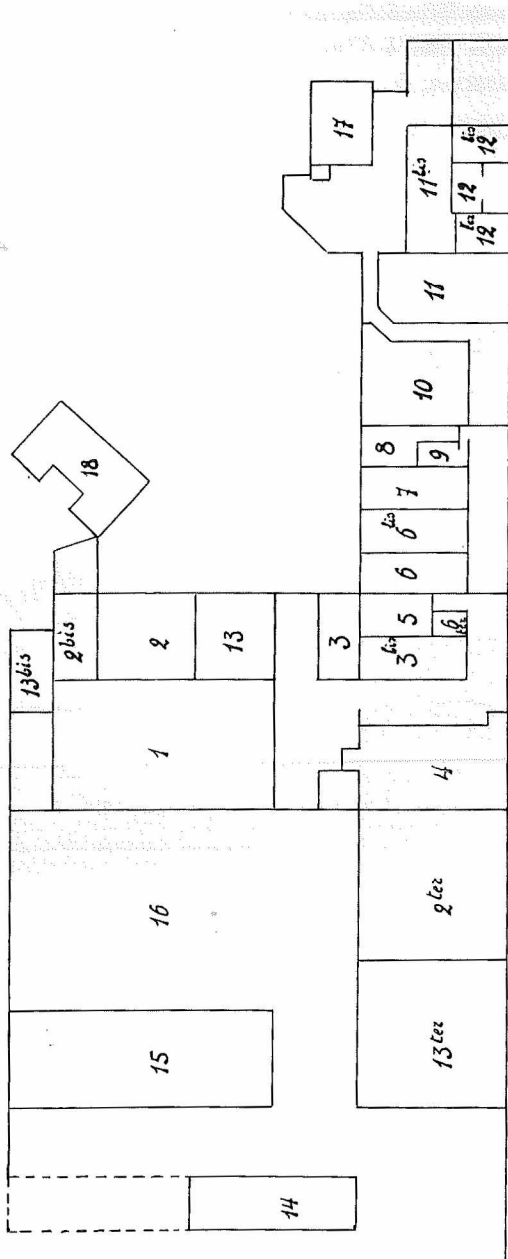


PLANCHE I

- 3 — Atelier des ciments
- 3^{bis} — Salle de conservation des éprouvettes
- 4 — Atelier des bétons
- 5 — Salle de retrait
- 6 — Laboratoire d'analyses minérales
- 6^{bis} — Laboratoire des matériaux à liants hydrocarbonés
- 6^{ter} — Salle des balances
- 7 — Essais physiques
- 8 — Fours
- 9 — Chambre noire

REZ DE CHAUSSÉE

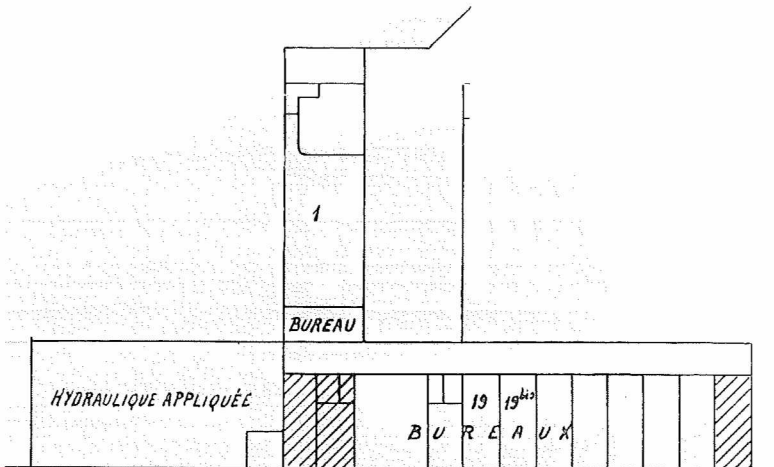


PLANCHE II

- 10 — Peintures
- 11 et 11^{bis} — Mécanique du sol
- 12, 12^{bis} et 12^{ter} — Chambres conditionnées
- 13, 13^{bis} et 13^{ter} — Ateliers mécaniques
- 14 — Soudure
- 15 — Halle expérimentale
- 16 — Chantier expérimental
- 17 — Salle des machines de fluage
- 18 — Electronique et radiations
- 19 et 19^{bis} — Bibliothèque et salle de lecture

V. — LES INSTALLATIONS ET L'EQUIPEMENT ACTUEL

La figure 10 montre l'Institut du Génie Civil vers l'époque de son inauguration, en 1937. C'est à cette époque que les laboratoires commencèrent à fonctionner dans leurs nouveaux locaux ; en réalité, ils s'y installèrent progressivement dès la fin de 1935.

Les planches I et II reproduisent des plans très schématiques de la distribution actuelle des divers locaux des laboratoires, ils

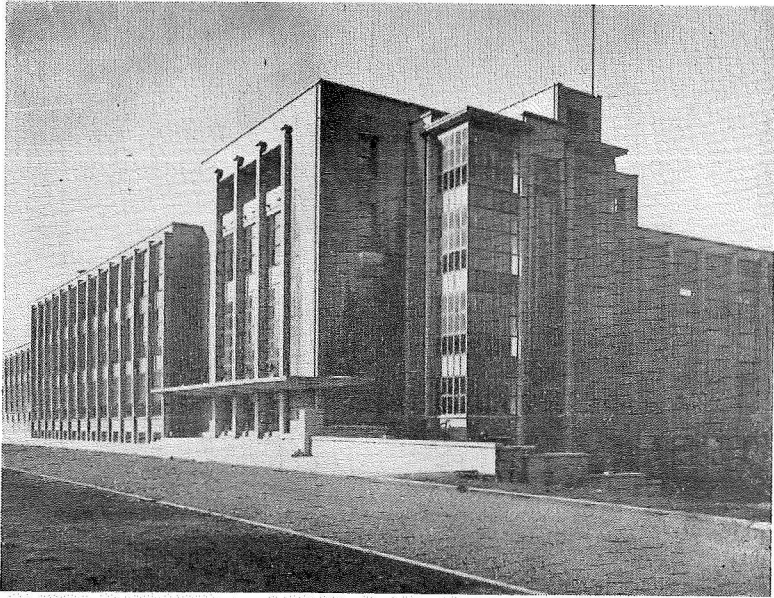


FIG. 10

sont situés à peu près entièrement au niveau inférieur du bâtiment, sauf un laboratoire et la plupart des bureaux, la bibliothèque, etc. La répartition de ces locaux a varié depuis 1937 et n'a aucun caractère définitif. Ainsi qu'il a déjà été signalé, ils sont d'ailleurs devenus insuffisants.

Dans ce qui suit, les divers laboratoires et ateliers seront systématiquement passés en revue, avec une représentation des

principaux objets de leur équipement. On trouvera également quelques photographies d'essais dignes de remarque.

1) Le grand laboratoire des machines d'essais mécaniques (locaux 1)

- 1) Une presse Amsler de 1.000 tonnes à 4 échelles de sensibilité : 1000 - 500 - 250 et 100 tonnes.
Hauteur maximum entre plateaux : 2,25 m
Passage libre entre les quatre colonnes : 72,5 cm (1935).
- 2) Une presse Amsler de flambage de 500 tonnes à 4 échelles de sensibilité : 500 - 250 - 100 - 50 tonnes.
Hauteur maximum entre plateaux : 6 m
Passage libre entre les deux colonnes : 66 cm (1935).
- 3) Une machine de traction Amsler de 100 tonnes à 4 échelles de sensibilité : 100 - 50 - 20 - 10 tonnes, avec pulsateur de 80 tonnes.
Hauteur libre : 2,20 m
Passage libre entre les deux colonnes : 450 mm
Fréquence de pulsation : alternances/minute : 250/350/500
Capacité du pulsateur : 160 cm³ - (1934).
- 4) Une machine Amsler de 100 tonnes avec deux pulsateurs à 4 échelles de sensibilité : 100 - 50 - 20 - 10 tonnes.
Hauteur libre : 2,30 m
Passage libre entre les deux colonnes : 450 mm
Fréquence de la pulsation : alternances/minute : 250/500
Capacité des pulsateurs : 2 x 160 cm³ - (1952).
- 5) Une machine Amsler à pulsations alternées.
Hauteur libre : 1,20 m
Passage libre entre les deux colonnes : 350 mm
Fréquence de la pulsation : alternances/minute : 250/500
Capacité du pulsateur : 160 cm³

Charge maximum dans les essais statiques : 50 tonnes.

Charges extrêmes dans les essais à pulsations répétées :

0 à + 50 tonnes

ou bien 0 à — 50 tonnes.

Charges extrêmes de pulsation alternée :

\pm 25 tonnes - (1947).

- 6) Un mouton vertical universel Amsler de 100 kg, hauteur de chute maximum 4 m, pour essais de choc par compression, par traction et par flexion, avec dispositif enregistreur complet (1939).
- 7) Une presse Amsler de 60 tonnes à 4 échelles de sensibilité : 60 - 30 - 12 et 6 tonnes.
Distance maximum entre les plateaux : 50 cm
Passage libre entre les deux colonnes : 33 cm - (1934).
- 8) Une presse Amsler de 200 tonnes à 4 échelles de sensibilité : 200 - 100 - 50 et 20 tonnes (fig. 5).
Distance maximum utile entre les plateaux : 30 cm
Passage libre entre les deux colonnes : 34 cm - (1930).
- 9) Une machine de traction Amsler de 10 tonnes à 4 échelles de sensibilité : 10 - 5 - 2 - 1 tonnes avec dispositifs de compression, de flexion et de pliage (fig. 5).
un piston coaxial de 1 tonne,
un dispositif combiné pour essai de traction et de flexion sur ciment,
un dispositif pour essai de dureté à la bille (1930).
- 10) Une machine de traction universelle Amsler de 10 tonnes à 7 échelles de sensibilité : 10 - 5 - 2 - 1 tonnes et 500 - 200 - 100 kg avec dispositifs de compression, de flexion et de pliage.
un piston coaxial de 1 tonne,
un dispositif d'essai de câbles,
un dispositif de cisaillement pour barrettes,

un dispositif de cisaillement pour fils,
un dispositif de flexion pour prismes,
un appareil d'emboutissage selon les normes françaises
(1936).

- 11) Une machine de traction Amsler de 20 tonnes, modèle spécial allongé, à 4 échelles de sensibilité : 20 - 10 - 5 et 2 tonnes. Distance disponible entre les têtes d'amarrage : 1,65 m, y compris la course du piston de 25 cm.
Dynamomètre à pendule avec grand cadran et grand tambour d'enregistrement des déformations. (1938).
- 12) Un mouton pendule Losenhausen de 75 kgm, poids du pendule 44 kg, rayon du pendule 880 mm, angle de chute 160°. (1937).
- 13) Un mouton pendule Amsler de 30 kgm, hauteur de chute maximum du marteau 150 cm, avec accessoires suivants :
un dispositif combiné pour essais de traction par choc de fils, tôles et barettes cylindriques,
un dispositif Izod,
un dispositif pour essai des bois - (1938).
- 14) Un mouton pendule Alpha de 15 kgm, hauteur de chute du pendule 1,250 m, poids effectif du pendule 12 kg - (1933).
- 15) Une machine de traction et compression Alpha de 50 tonnes, à romaine commandée par un moteur et à stabilisation hydraulique - (1935).
Une rallonge de 1,55 m a été ajoutée par les soins des laboratoires.
- 16) Un duromètre Alpha modèle DII pour les essais de dureté Brinell et Rockwell, hauteur maximum entre la pointe du diamant et le support 250 mm - (1934).
- 17) Un duromètre Vickers - (1947).
- 18) Une scléroscope modèle B de Nieberding - (1955).

- 19) Un oscillateur à force centrifuge, à deux systèmes de balourds réglables, permettant de produire une force verticale pulsante de ± 2.500 kg, variant sinusoïdalement à la fréquence réglable de 3,6 à 20 hertz.

Construction suivant l'avant-projet des laboratoires par les Ateliers de construction « La Meuse » à Sclessin - (1953).

- 20) Une machine de traction pour fils et barres d'acier, équipée d'un vérin Amsler de 20 tonnes, commandé par un dynamo-

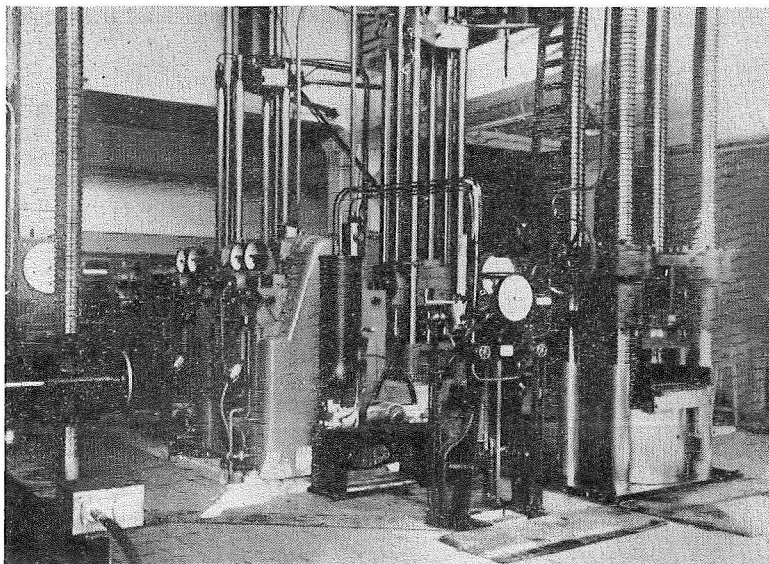


FIG. 11

mètre à pompe Amsler et par un pulsateur Amsler (du groupe 4) pour essais statiques et dynamiques. (Conçue par les laboratoires, réalisée avec le concours de plusieurs ateliers. Cette machine n'est pas encore en service, le programme de son utilisation ayant été fluctuant et certains détails difficiles à mettre au point. Son achèvement paraît imminent) - (1953-1956).

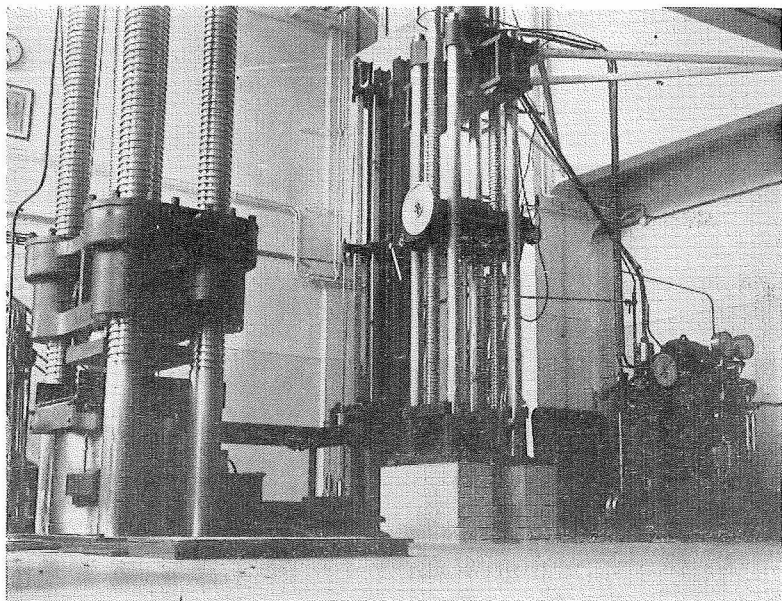


FIG. 12

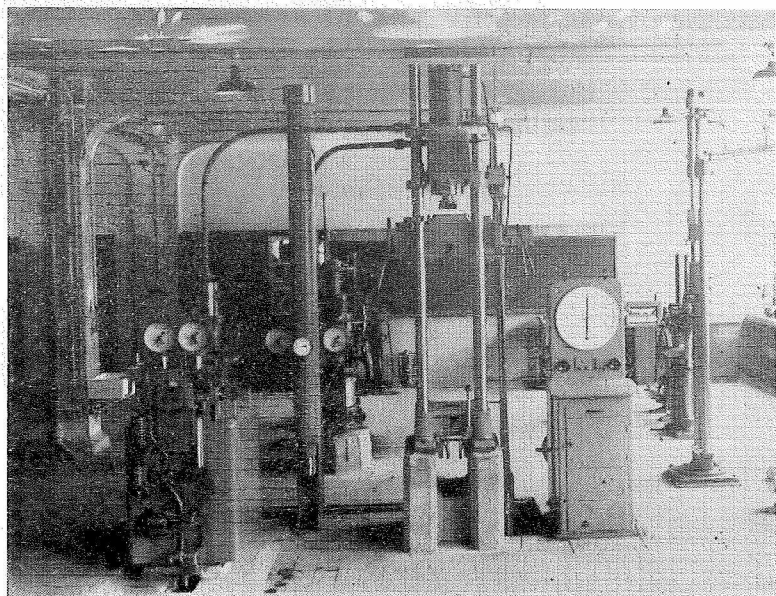


FIG. 13

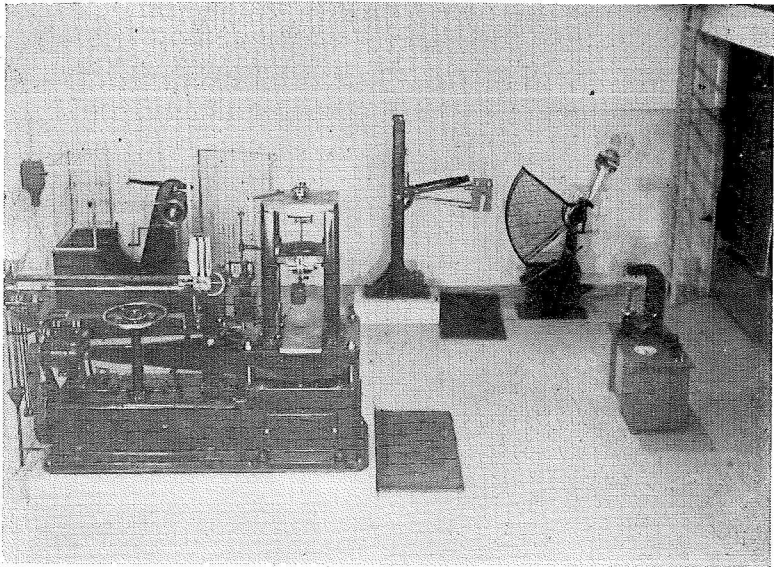


FIG. 14

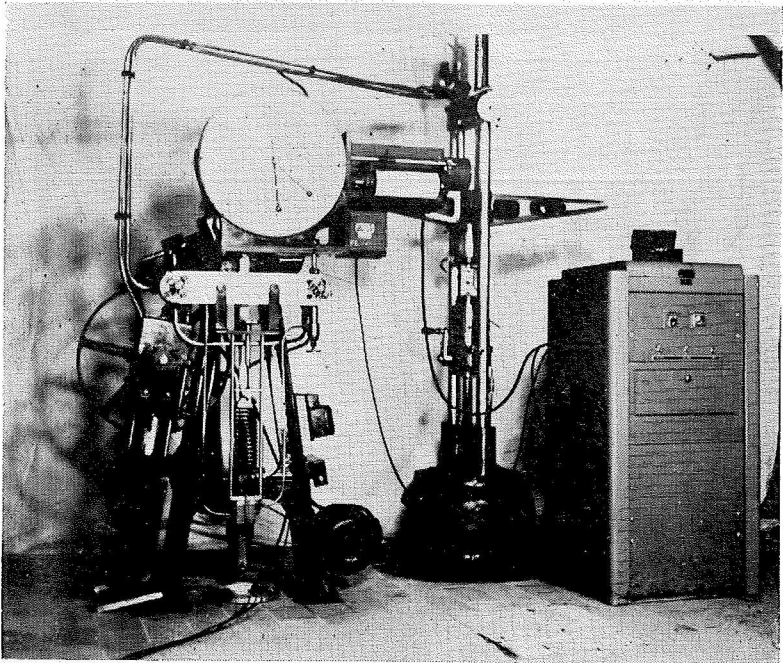


FIG. 15

- 21) Un mouton de Page standard américain Riehle Bros, pour essais de choc sur des cylindres de pierres dures, de 1 pouce de diamètre et de hauteur (figures 7 et 18).
- 22) Un appareil Schopper avec compteur, pour essais de pliages alternés sur fils métalliques - (1938).

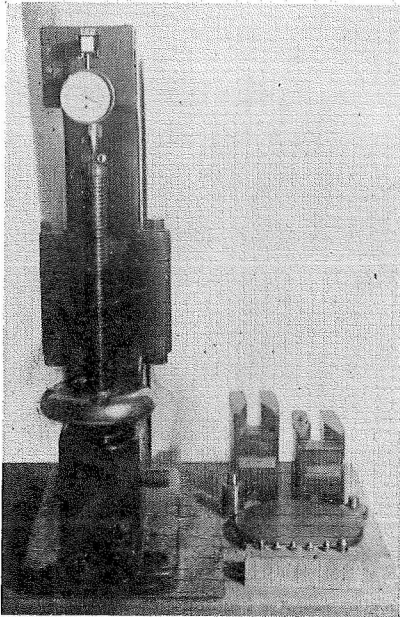


FIG. 16

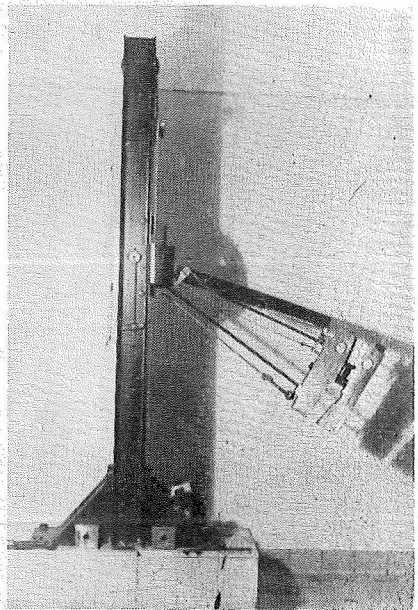


FIG. 17

Les quatre premières machines et le mouton vertical (n° 6) possèdent une grande hauteur. Ceci exige une disposition spéciale du laboratoire. La partie ouest règne sur la hauteur de deux étages réunis par un escalier. La partie est comporte deux étages. La majeure partie des machines se trouvent à l'étage inférieur, cependant que l'étage supérieur, moins encombré, est utilisé notamment pour des exposés et constitue une réserve.

L'encombrement de l'étage inférieur est tel qu'il est difficile de photographier séparément les diverses machines.

La figure 11 montre le laboratoire de grande hauteur avec, à droite la presse de 1000 tonnes (n° 1), à gauche une colonne de la presse de 500 tonnes (n° 2), au milieu à droite la presse de 100 tonnes avec deux pulsateurs (n° 4), à gauche de celle-ci l'ancienne presse de 100 tonnes, dont le pulsateur est caché (n° 3). C'est la disposition actuelle.

La figure 12, datant d'avant 1944, montre à gauche la presse de 1.000 tonnes (n° 1), au milieu le mouton vertical (n° 6), à droite l'ancienne presse de 100 tonnes (n° 3) avec son pulsateur.

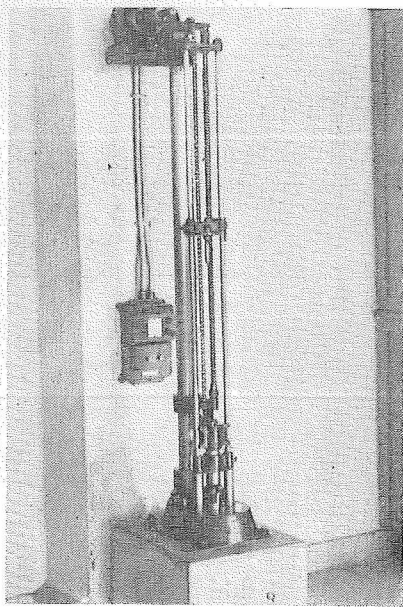


FIG. 12

La figure 13 montre le laboratoire de l'étage bas au niveau inférieur, dans la situation actuelle. A l'avant-plan, la machine de 50 tonnes à pulsations alternées (n° 5), à droite la machine de 20 tonnes (n° 11), puis la presse de 60 tonnes (n° 7) ; à gauche, la presse de 200 tonnes (n° 8) et derrière une machine universelle de 10 tonnes (n° 9).

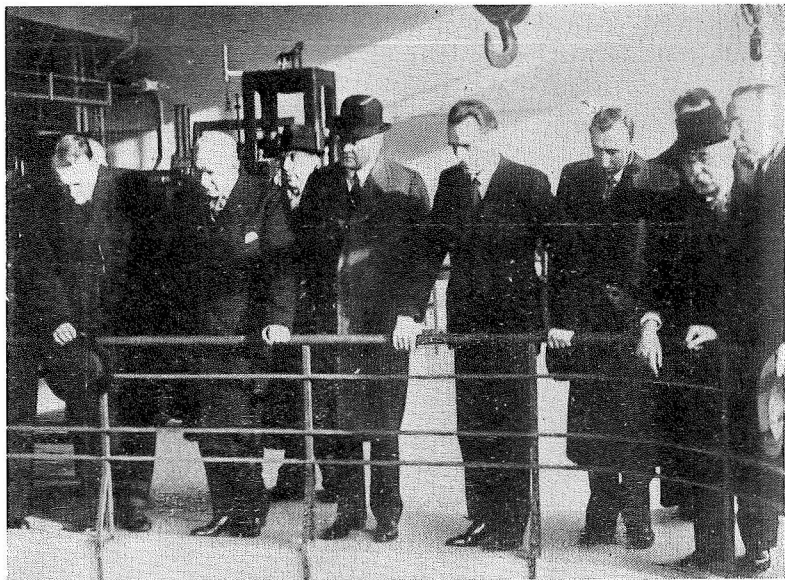


FIG. 19

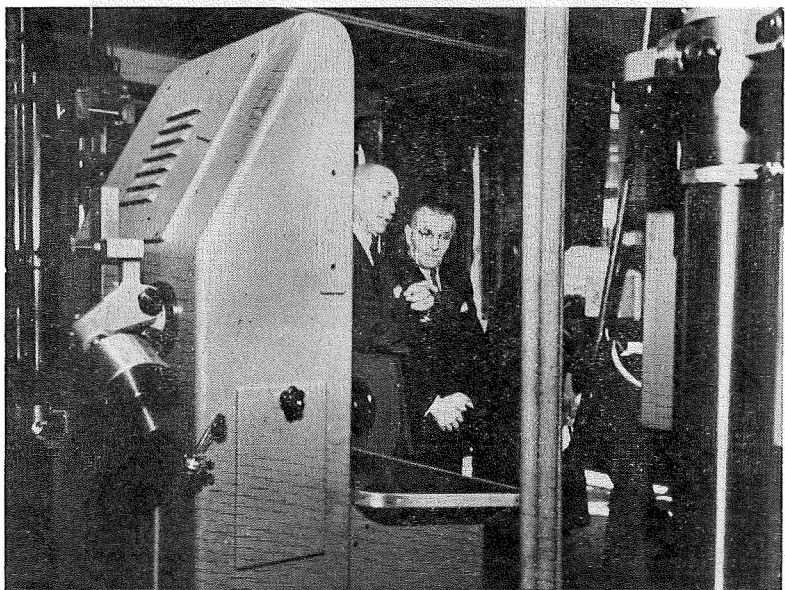


FIG. 20

La figure 14 montre le laboratoire de l'étage supérieur. A l'avant-plan, la machine Alpha de 50 tonnes (n° 15). A droite, le duromètre Alpha (n° 16). Dans le fond, les trois moutons-pendules, de gauche à droite le Losenhausen (n° 12), l'Amsler (n° 13) et l'Alpha (n° 14).

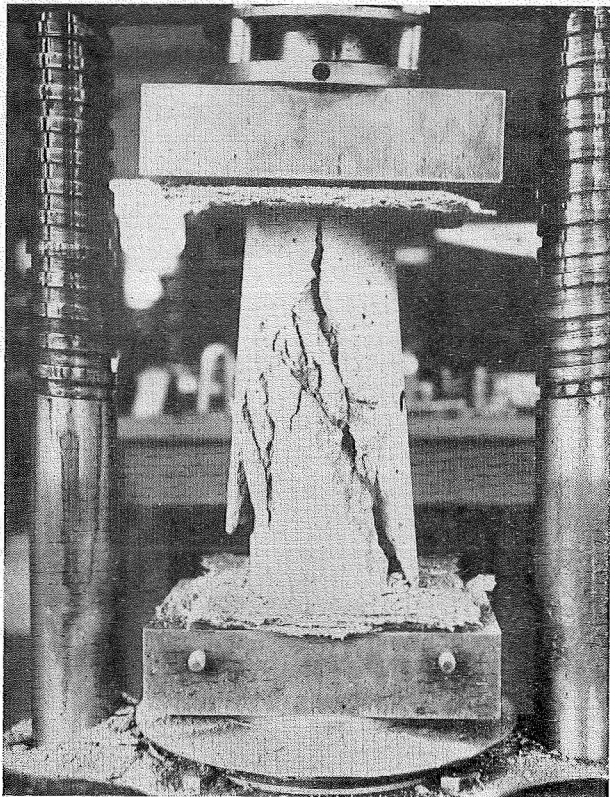


FIG. 21

Le laboratoire haut et le laboratoire bas supérieur sont desservis par un pont roulant électrique de 10 tonnes.

La figure 15 montre une machine universelle Amsler de 10 tonnes (n° 10) avec pompe et dynamomètre à pendule à

grand cadran, ancien modèle Amsler et, à droite, l'enregistreur électronique de déformations Tinius-Olsen - (1947).

La figure 16 représente le duromètre Brinell-Rockwell Alpha (n° 16).

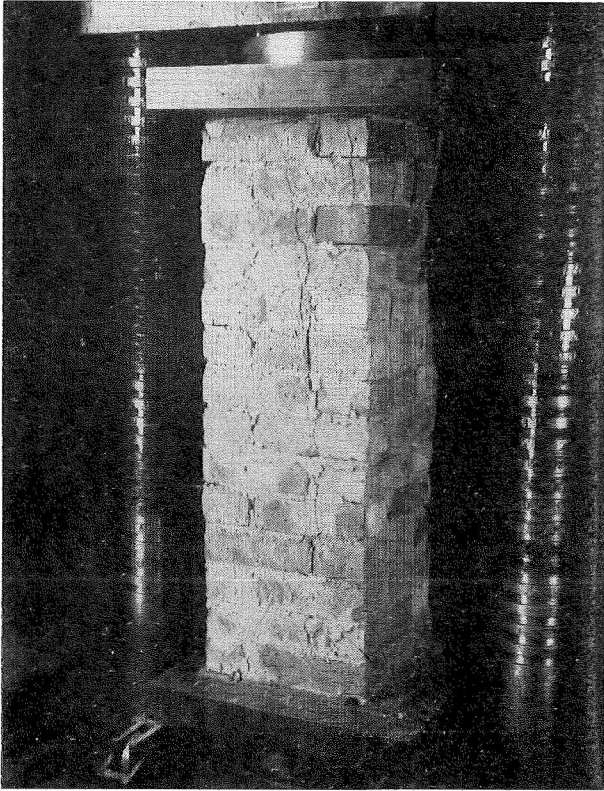


FIG. 22

La figure 17 représente le mouton-pendule Amsler (n° 13).

La figure 18 représente le mouton de choc standard américain Riehle Bros (n° 21).

La figure 19 est une photographie de la visite, en 1938, de M. Herbert HOOVER, ancien Président des Etats-Unis. Cepen-

nant que la vue de la figure 20 montre M. HUNTINGTON GILCHRIST, Chef de mission de la Mutual Security Agency pour la Belgique et le Grand-Duché de Luxembourg, visitant les laboratoires le 22 mai 1953. Il se trouve près de la presse à pulsations alternées de 50 tonnes (n° 5).

Les figures suivantes sont relatives à des essais fondamentaux ou de caractère remarquable.

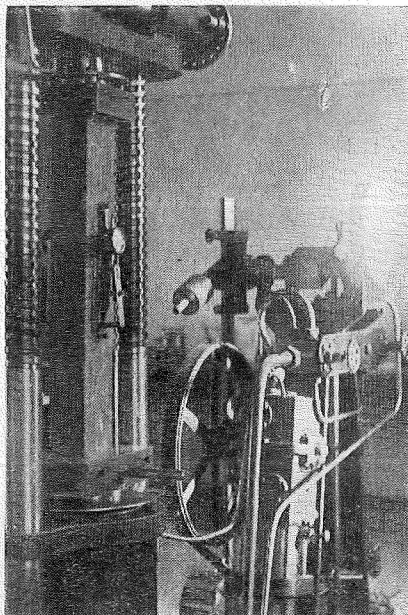


FIG. 23

Figure 21 — Rupture d'un cylindre en béton (presse de 60 tonnes, n° 7).

Figure 22 — Rupture d'un pilier en maçonnerie de briques au mortier de ciment, presse de 500 tonnes (n° 2).

Figure 23 — Mesures de déformations sur un prisme de béton comprimé (presse de 60 tonnes, n° 7).

Figure 24 — Rupture par flexion d'une poutre en béton armé (presse de 500 tonnes, n° 2).

Figure 25 — Essai d'écrasement transversal d'un tuyau en béton armé de l'Association intercommunale de Démergement des Communes riveraines de la Meuse de la Région de Liège à Tilleur (presse de 500 tonnes, n° 2).

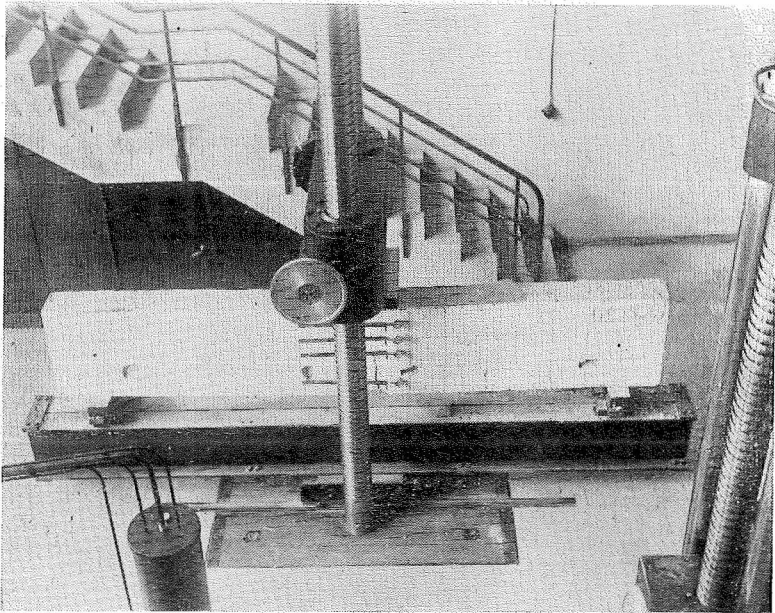


FIG. 24

Figure 26 — Essai de flambement d'une colonne en béton frettée moulée dans un tuyau d'asbeste-ciment (presse de 500 tonnes, n° 2). Remarquer les appareils pour la mesure des déformations - Essai effectué pour la S. A. d'Ougrée-Marihaye à Ougrée.

Figure 27 — Même essai, on remarque la rupture de l'enveloppe en asbeste-ciment et le flambement de la colonne.

Figure 28 — Flambement d'ensemble d'une colonne formée de tubes étré sillonnés (essai effectué pour les Usines à Tubes de la Meuse, à Flemalle-Haute).

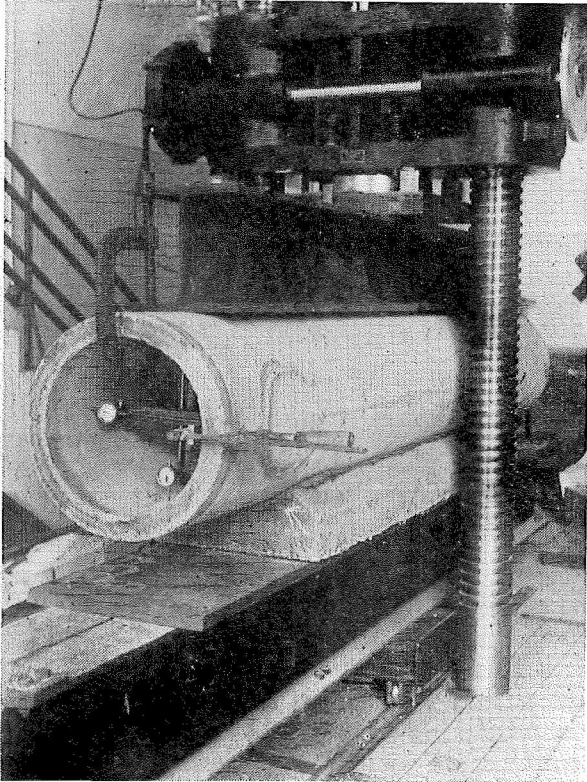


FIG. 25

Figure 29 — Flambement complexe d'une colonne en double té (pour le Comité d'études de la Construction métallique à Bruxelles).

Figure 30 — Essai de traction et flexion complexe sur un modèle de nœud rigide soudé (machine de 100 tonnes, n° 3). On remarque à l'avant-plan un Pont K Baldwin (1951) pour la mesure de tensions élastiques par des extensomètres ohmiques (strain-gages) ; à côté un commutateur réalisé aux laboratoires,

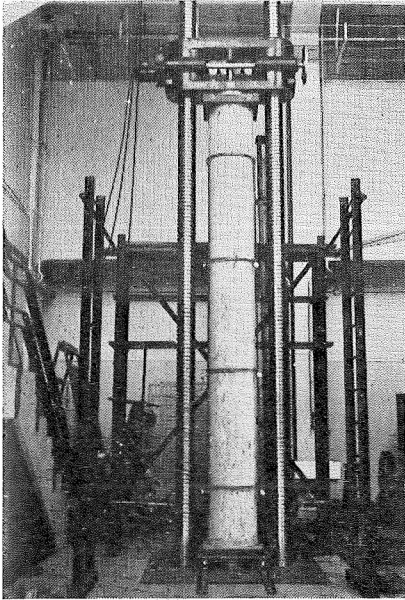


FIG. 26

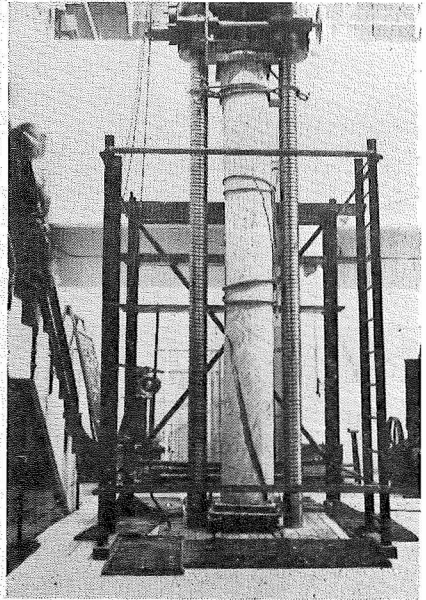


FIG. 27

Figure 31 — Essai de torsion sur un tronçon de poutre soudée en caisson (machine de 100 tonnes, n° 3).

L'essai, effectué pour la S.A. JOHN COCKERILL, à Seraing, est réalisé au moyen d'un dispositif original de torsion visible sur la figure et réalisé par la S. A. JOHN COCKERILL. Ce dispositif permet de réaliser un moment de torsion jusqu'à 12 t.m. (12.000 kgm) et constitue ainsi peut-être la plus puissante machine de torsion du monde.

Figure 32 — Essai d'adhérence de fil d'acier dans du béton
(machine de 50 tonnes, n° 5).

Figures 33 et 34 — Mise au point sur la machine de traction
de 20 tonnes (n° 11) d'un dispositif mécanique
destiné à déceler la limite élastique.

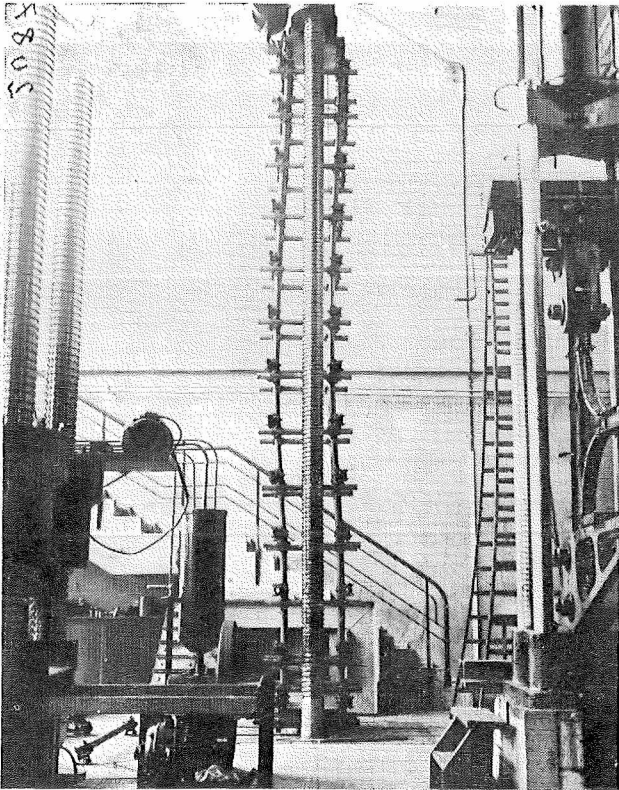


FIG. 28

2) Laboratoires et ateliers des matériaux pierreux naturels et artificiels

Les ateliers pour le débitage des pierres naturelles et artificielles (produits céramiques et bétons), pour la préparation et

le façonnage des éprouvettes, la confection de mélanges et le moulage d'éprouvettes de mortiers et de béton ont, dès l'origine, reçu une importance relativement grande. Les figures 3, 4, 6 et 8 de l'installation primitive des laboratoires en rappellent les dispositions du début. Le transfert des laboratoires au Val-Benoît

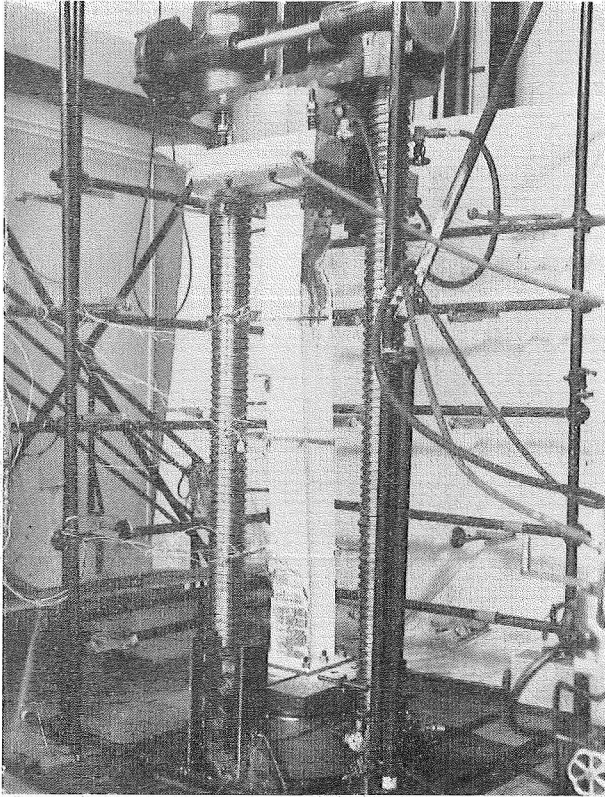


FIG. 29

et l'accroissement d'activité qui en résulta entraînaient tout d'abord l'augmentation du nombre des scies à ruban qui atteignit jusqu'à six. Ces scies font naturellement des coupes à peu près planes et servaient à la confection d'éprouvettes cubiques et parallépipédiques. Elles permettaient le débitage de très

gros échantillons, jusqu'à 1 mètre de dimension maximum, mais elles étaient lentes. Le débitage de ces éprouvettes exigeait d'ailleurs des sciages de surfaces considérables ; le rapport du volume de l'éprouvette finie à la somme des surfaces sciées était faible. Le nombre maximum de scies indiqué ci-dessus était le

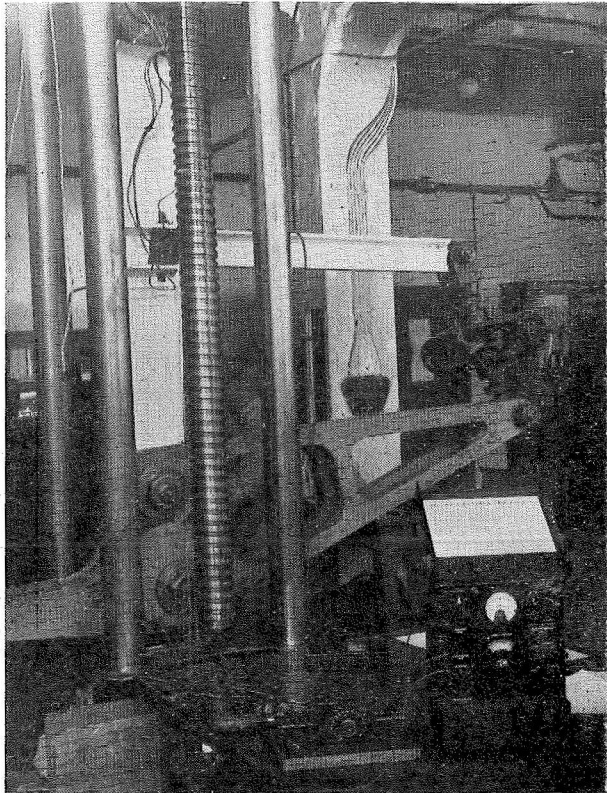


FIG. 30

nombre de machines dont un seul opérateur pouvait s'occuper en même temps. Lorsque, après la reprise qui suivit la fin de la guerre, l'activité vint à dépasser la productivité de ces scies à ruban, il apparut qu'il fallait changer de système et adopter

des engins à production plus rapide. Les outils à concrétion diamantée parurent mériter la préférence.

Des outils à diamants étaient en usage déjà dès les premières années. La figure 8 montre un ensemble de cylindres de pierres dures obtenus à l'aide de sondes-cloches à couronnes serties de diamants industriels.

Dès la fin de 1933, à la suite d'une visite de l'auteur au Statens Provninganstalt de Stockholm, une petite foreuse à

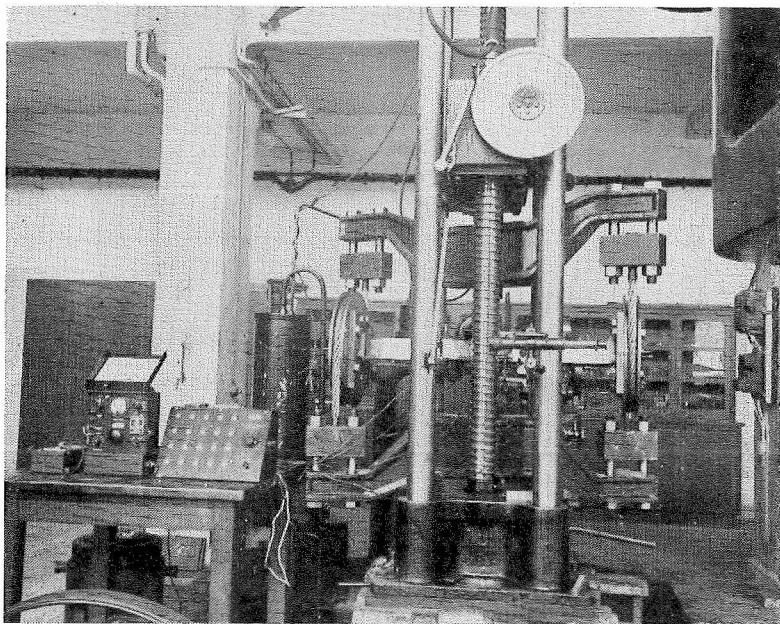


FIG. 31

métaux de remploi était équipée en sondeuse pour confectionner les éprouvettes cylindriques de 25 mm de diamètre et de 25 mm de hauteur (1 pouce en réalité), destinées au mouton de Page (n° 20). La forme cylindrique fut ensuite étendue aux éprouvettes de compression en pierre dure, de 5 cm de diamètre et de hauteur. Les bases planes des cylindres étaient sciées à l'aide des scies à ruban sur un grand nombre de cylindres à la fois.

serrés dans des pinces appropriées ; elles étaient ensuite rectifiées à la main sur des meules dures et au carborundum. Le rapport du volume aux surfaces forées ou sciées était moindre que pour les éprouvettes à six faces planes et l'exactitude des éprouvettes était plus grande. Enfin, la forme même des éprou-

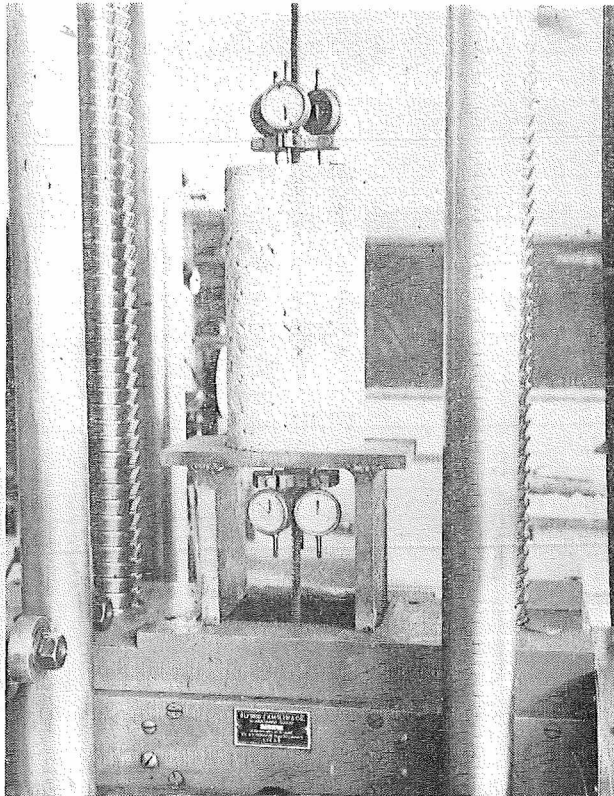


FIG. 32

vettes, réduisant les intersections de surfaces et supprimant les sommets, était beaucoup plus favorable.

Les premières sondes serties de diamants furent achetées à Hambourg, chez le fournisseur du laboratoire de Stockholm,

mais rapidement des fournisseurs excellents furent trouvés à Anvers et à Bruxelles. L'emploi de diamants sertis n'était pas sans inconvénients : difficulté du sertissage, pertes et fractures de diamants. Le prix de revient en était fâcheusement influencé. L'emploi de sondes-cloches à couronnes de concrétion de poussière de diamant (diamant boart) fut la solution qui donna

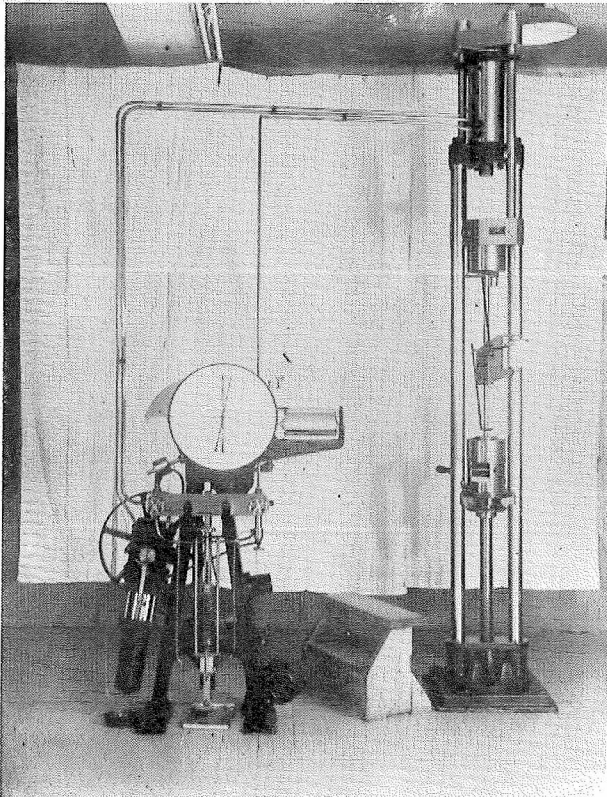


FIG. 33

finale-ment satisfaction au point de vue de la rapidité et de la sécurité du travail.

En 1947, une nouvelle foreuse plus puissante remplaça la première et permit de façonner, outre les cylindres de 25 et

de 50 mm de diamètre, des cylindres de 80 et de 113 mm (100 cm² de section), ces derniers destinés aux éprouvettes de béton extraites des échantillons retirés des routes en béton. Le forage au diamant se substitua ainsi dans une large mesure au sciage, ce qui permit de se tirer d'affaire un peu plus longtemps

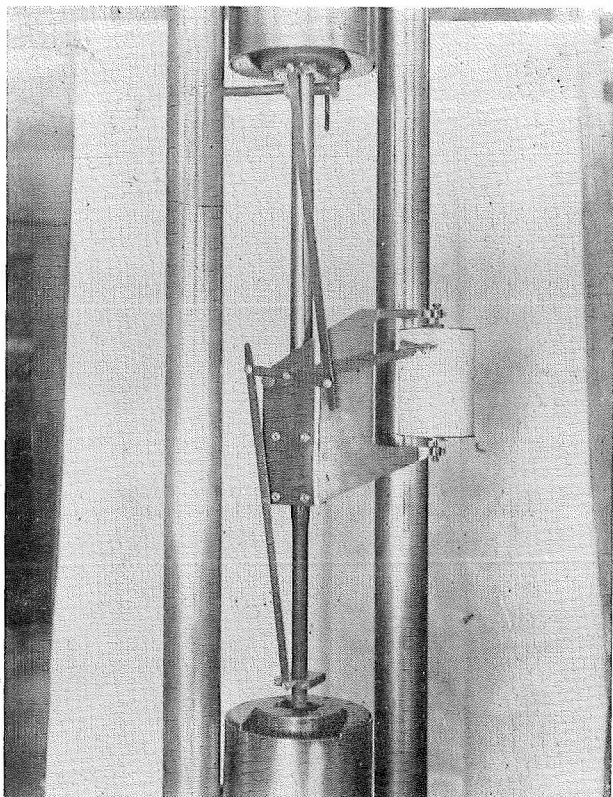


FIG. 34

avec les scies à ruban. Cependant, il apparut bientôt que le forage et le sciage combinés allaient dépasser la capacité du personnel. La satisfaction générale éprouvée du débitage au diamant incitèrent à recourir au sciage par disques rotatifs garnis de concrétion diamantée. Simultanément, on décida de

rechercher une plus grande précision des sciages par un perfectionnement mécanique des machines. Une débiteuse spéciale fut commandée aux ateliers H.M.S. à Auvélais, construite selon nos indications, dont la table recevait trois mouvements de translation orthogonaux. Dès lors, les éprouvettes cylindriques de maté-

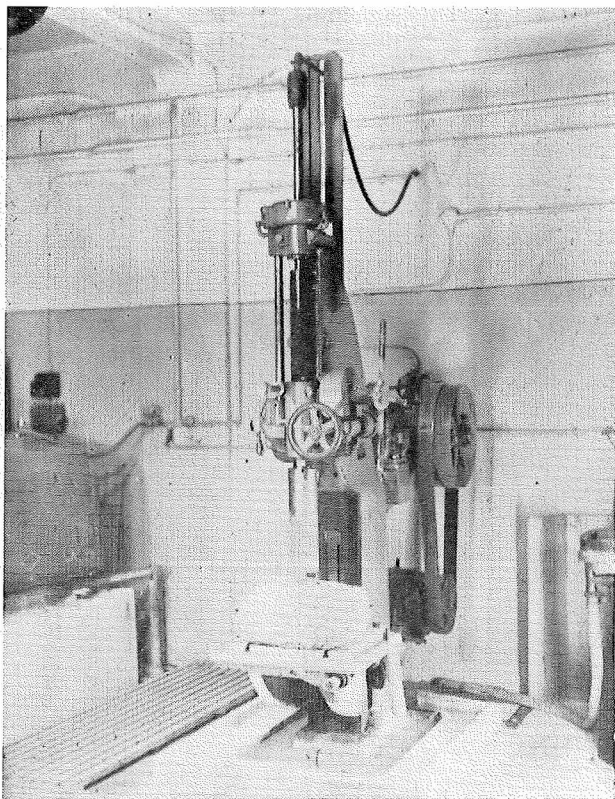


FIG. 35

riaux pierreux étaient usinées d'une manière comparable aux éprouvettes métalliques. Une machine à dresser les faces planes, à meule en carborundum, enfin plus récemment une rectifieuse à meules diamantées, complètent ce matériel, qui fut le premier de son espèce en Belgique et dans les pays voisins. Les ateliers

des matériaux pierreux retinrent vivement l'attention des membres du III^{me} Congrès de l'Association internationale des Ponts et Charpentes à Liège en 1948, lors de la visite qu'ils firent des laboratoires, notamment les techniques et les machines de débitage à la concrétion de diamant ; elles inspirèrent de nombreuses installations similaires qui sont en service maintenant en Belgique et à l'étranger. Une ancienne scie à ruban a été conservée, au local 13^{ter}, pour le débitage éventuel de blocs de dimensions

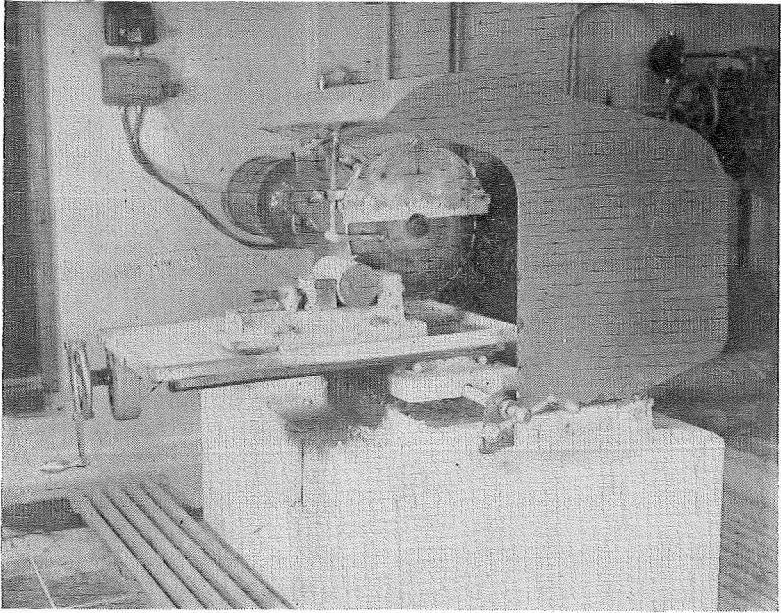


FIG. 36

exceptionnelles, qui est très rare. La débiteuse dont il est question ci-dessus ne sert qu'à réaliser les bases planes des cylindres jusqu'à 11,3 cm de diamètre ; le disque a 40 cm de diamètre.

Pour pouvoir débiter des tranches dans des blocs éventuellement assez irréguliers ou assez gros, une débiteuse supplémentaire à chariot, dont le disque diamanté a 60 cm de diamètre,

a été installée au local 2^{ter}. Les éprouvettes cylindriques sont ensuite extraites de ces tranches. La planéité des bases est contrôlée après rectification au moyen d'un sphéromètre à trois pieds et palpeur avec micromètre à cadran au 1/100^{me} de mm. Ce sphéromètre est lui-même contrôlé au moyen d'une cale

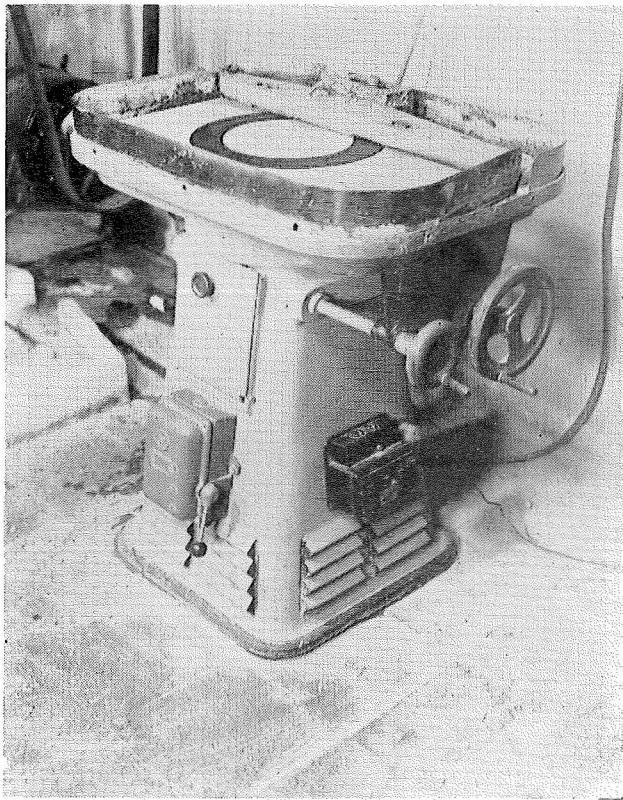


FIG. 37

métallique de référence plane au 0,001 de mm. Les écarts de planéité des bases des éprouvettes de pierre dure ou de béton ne dépassent généralement pas 1 à 2/100^{me} de millimètre.

La salle principale des ateliers est le local 2; à côté on a aménagé le local 2^{bis}, qui est isolé acoustiquement et qui contient les

machines bruyantes : moutons, broyeurs, machines d'usure réciproque.

Ci-après la nomenclature des machines et quelques illustrations :

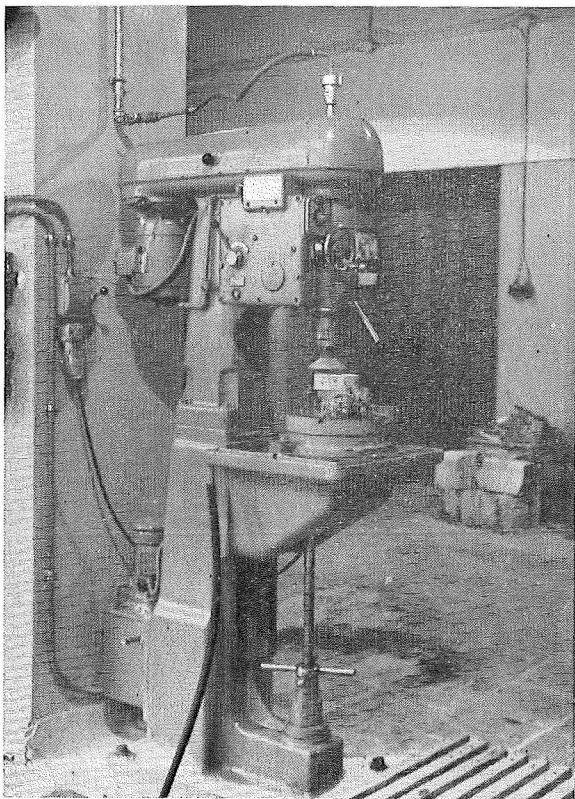


FIG. 38

- 23) Une sondeuse pour matériaux pierreux permettant de prélever des éprouvettes cylindriques de 113, 80, 50 et 25 mm de diamètre à l'aide de sondes-cloches garnies de concrétion diamantée - (1947) (fig. 35).

- 24) Une débiteuse pour matériaux pierreux - disque de 400 mm de diamètre garni d'une concrétion diamantée, Construction H.M.S. - (1948) (fig. 36).
- 25) Une machine à dresser et à rectifier les surfaces planes

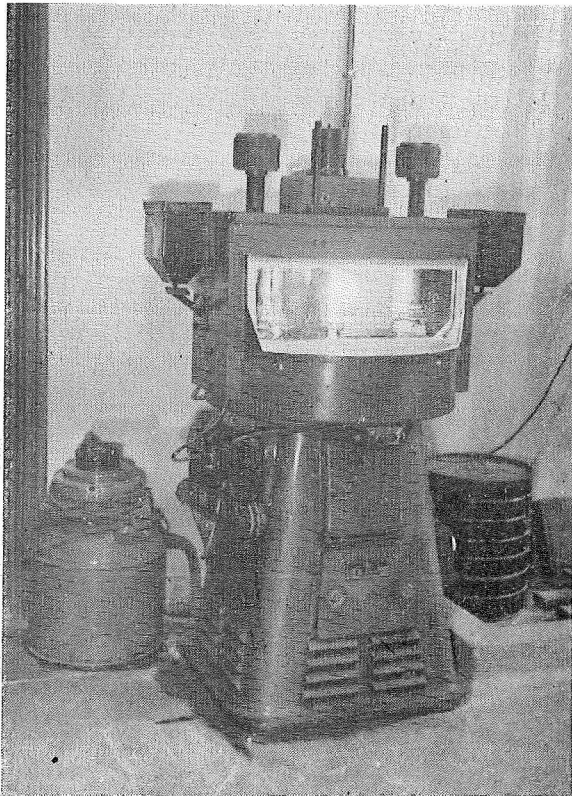


FIG. 39

- équipée d'une meule plate en carborundum de 350 mm de diamètre. Construction Papageorges - (1948) (fig. 37).
- 26) Une machine à rectifier les éprouvettes en béton à meule de concrétion diamantée, table carrée de 400 mm avec dispositif de descente micrométrique et dispositif d'arrosage

par moto-pompe. Gamme de vitesses : de 260 à 3.600 tours/minute. Construction Matheys. - (1956) (fig. 38).

- 27) Une machine mobile à sonder le béton, montée sur pneus, servant à prélever sur chantier des éprouvettes de 100 cm² de section. Construction Socol - (1954).
- 28) Une machine d'usure sur meule sablée permettant l'alimentation continue de la piste. Construction Papageorges. - (1952) (fig. 39).

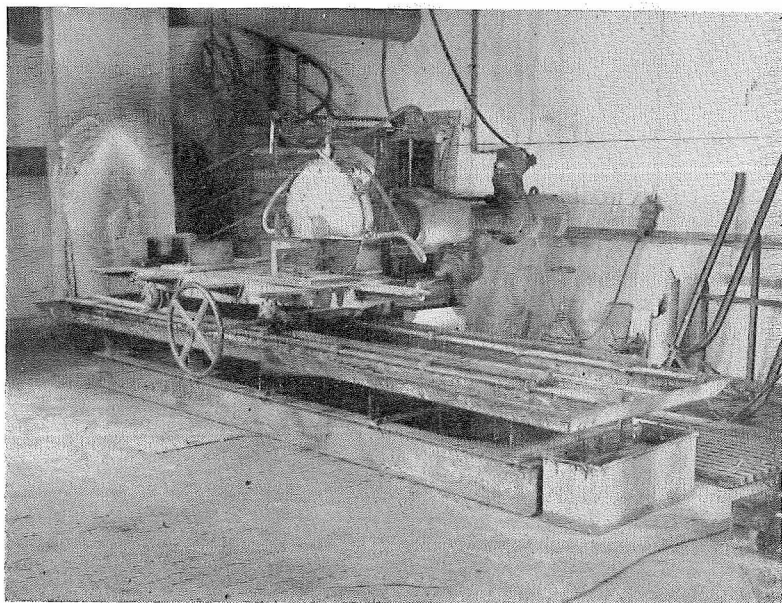


FIG. 40

- 29) Une étuve de dessiccation à 110 °C. Capacité : 950 dm³. Réalisée par les laboratoires.
- 30) Un dispositif d'essais de choc pour pièces moulées en béton, réalisé par les laboratoires.
- 31) Deux balances automatiques Recsi, capacité 20 kg - (1938 et 1950).

- 32) Une débiteuse pour matériaux pierreux à disque de 600 mm de diamètre, garni de concrétion diamantée, moteur de 10 1/2 HP. Construction Van Voorden et de Hoog - (1949) (fig. 40).
- 33) Machine Deval standard américaine, construction Riehle Bros - (1930).

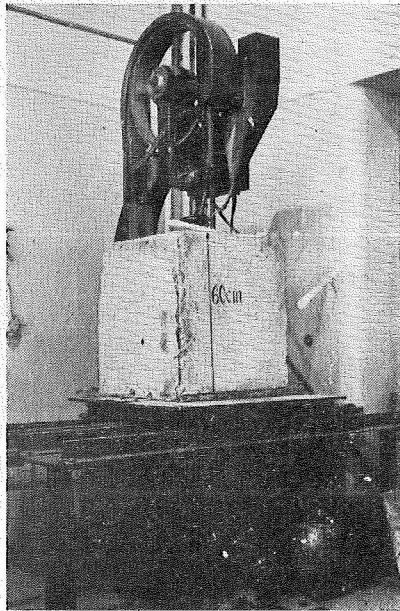


FIG. 41

- 34) Brick-Ratller standard américain, construction Riehle Bros - (1930).
- 35) Machine Los Angeles d'usure réciproque, réalisée par les laboratoires, conformément aux standards américains.
- 36) Un mouton de Föppl pour essais de ballast, avec accessoires. Pots de 30, 20, 17, 15, 11,3 et 7,5 cm de diamètre intérieur. Moutons à panne plate (Föppl) et à panne striée (selon Stübel). Construction Dennay - (1932).

- 37) Un broyeur désintégrateur de Peping - (1930).
- 38) Un broyeur à boulets, diamètre maximum du tambour 500 mm ; longueur du tambour 315 mm. Construction Westfalia-Dinnendahl - (1937).

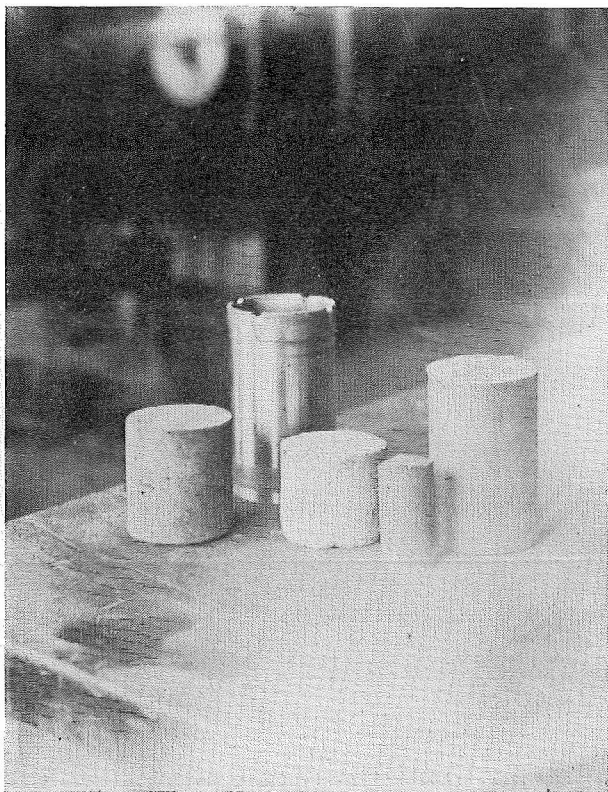


FIG. 42

- 39) Un pilon Amsler de choc répété pour essais d'endurance par choc à la flexion, à la compression et à la traction, avec interrupteur automatique. Dispositif de flexion pour tôle. Dispositif pour essai à la compression de matériaux pierreux.

(N. B. Cet appareil est employé davantage pour les métaux que pour les pierres. Il est placé dans le local 2^{bis} parce qu'il est très bruyant).

40) Deux séries complètes de tamis Tyler.

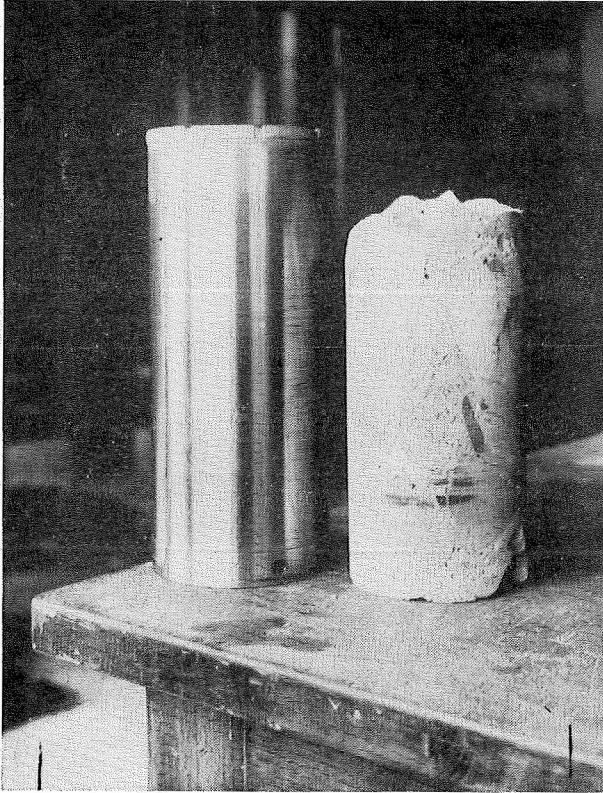


FIG. 43

41) Une scie à ruban lisse pour sciage par usure au carborundum de gros blocs de béton. Réalisée par les laboratoires - (1934) (fig. 41).

Les figures 42 et 43 montrent des sondes-cloches à concrétion diamantée de 50 et de 113 mm de diamètre et des cylindres

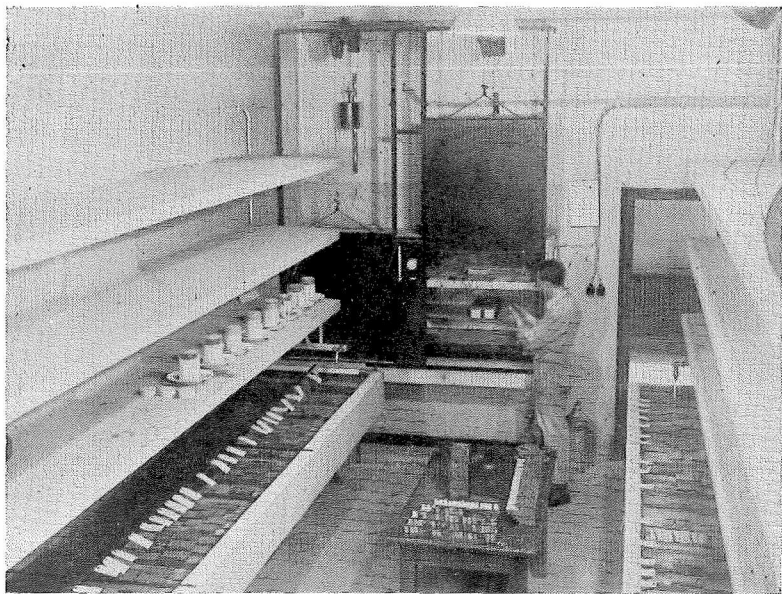


FIG. 44

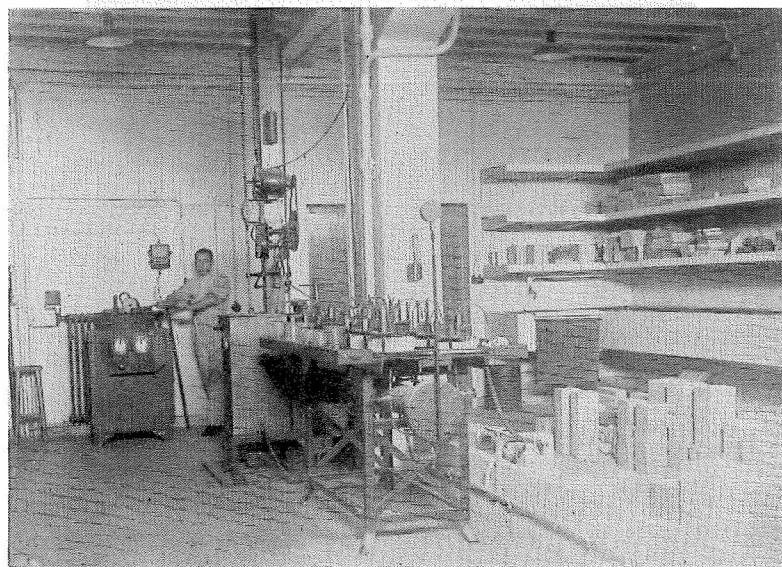


FIG. 45

de 25, de 50 et de 113 mm de diamètre confectionnés dans des pierres dures et du béton.

3) Laboratoires et ateliers des essais de ciment

Ils occupent les locaux 3, 4 et 5 figurés sur la planche I. Tous ces locaux sont conditionnés thermiquement et hygrométriquement.

Les locaux 3 et 3^{bis} sont équipés pour les essais normaux de ciment selon les normes belges, qui recourent encore au mortier normal battu. Le local 4 sert à la conservation des éprouvettes

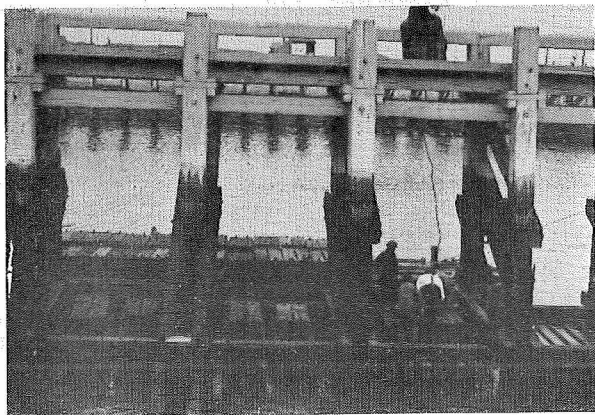


FIG. 46

en béton, le local 5 aux essais de retrait en atmosphère conditionnée. Cependant, pour des raisons particulières, certains appareils sont disposés dans les salles 7 (essais physiques) et 10.

La figure 44 montre la salle de conservation des mortiers normaux, avec la chambre humide (n° 51) dans le fond et les bacs de conservation sous eau. Sur une tablette, des éprouvettes d'essai dit d'Anstett.

La figure 45 montre la salle de conservation des bétons avec, dans le fond, la grande autoclave (n° 65) et, au centre, un appareil de mesure de la perméabilité des bétons (n° 66).

La figure 46 montre une vue, à marée basse, des caisses d'éprouvettes de mortiers et de bétons immergées dans la mer à Ostende, à mi-marée, depuis 1934.

Voici la nomenclature des principaux appareils :

- 42) Deux machines à battre les éprouvettes de ciment pour les essais de compression, type Klebe-Tetmayer. Construction Tonindustrie et Thonnart - (1930 et 1937).
- 43) Deux machines à battre les éprouvettes de ciment pour les essais de traction, type Klebe-Tetmayer. Construction Thonnart - (1937 et 1955).
- 44) Une machine à tamiser, capacité 6 tamis. Construction Hydrex - (1948).
- 45) Un appareil Amsler quadruple pour l'enregistrement automatique de la prise des ciments - (1938).
- 46) Une aiguille de Vicat.
- 47) Deux sondes de Vicat.
- 48) Aiguilles Le Châtelier.
- 49) Deux balances automatiques Recsi, capacité 1 et 15 kg.
- 50) Un vibreur pour la confection des éprouvettes de mortier pour essais de compression suivant les normes B.S.S. Construction A. Macklow-Smith Ltd. - (1949).
- 51) Une armoire humide pour la conservation des éprouvettes de ciment, avec thermomètre et hygromètre, réalisée par les laboratoires.
- 52) Une balance de Michaelis pour essais de traction des ciments. Construction H. L. Becker & C^o - (1950) - (dans le laboratoire 1 au niveau inférieur).
- 53) Deux voluménomètres Le Châtelier.
- 54) Cône d'Abrams.
- 55) Table à secousses à manivelle.
- 56) Une table à secousses à charnière (de campagne).
- 57) Une table à secousses pour mortiers.
- 58) Divers matériels pour la mesure de la consistance des bétons.

- 59) Une table vibrante S.G.M.E. - (1938).
- 60) Une table vibrante Vibrogir, 1,25 x 0,90, boîtier L. C. 2 à 5 positions, 3.500 t/m.
- 61) Quatre vibrateurs électriques Trillor type VR 250 - (1954-1955).
- 62) Un pervibrateur normal de 45 mm, 6.500 t/m avec une taloche vibrante de 230 mm s'adaptant sur le flexible de l'aiguille - (1948).
- 63) Un pervibrateur 46 mm grande fréquence 16.000 t/m - (1948).
- 64) Un vibrateur interne Trillor, avec aiguille de 56 mm, 3.000 t/m - (1956).
- 65) Deux autoclaves.
- 66) Deux appareils pour essais de perméabilité à 12 postes avec accumulateurs hydrauliques. Les appareils de perméabilité sont actuellement à l'étage supérieur du laboratoire d'hydraulique.

Moules pour mortier normal

- 67) 100 moules pour éprouvettes de compression avec 8 entonnnoirs et 8 embases.
- 68) 124 moules pour éprouvettes de traction avec 8 entonnnoirs et 8 embases.

Moules pour mortier hydraulique

- 69) 9 moules pour 10 barrettes chacun de 4 x 4 x 16 cm.

Moules à béton

- 70) 3 moules triples de 20 x 20 x 20 cm
- 71) 10 moules triples de 16 x 16 x 16 cm
- 72) 3 moules simples de 30 x 30 x 30 cm
- 73) 1 moule simple de 40 x 40 x 40 cm
- 74) 3 moules de 120 x 20 x 20 cm
- 75) 2 moules de 50 x 50 x 20 cm
- 76) 5 moules de 50 x 10 x 10 cm
- 77) 9 moules simples de 10 x 10 x 10 cm
- 78) 14 moules coniques de 23/19 cm de diamètre et 12 cm de hauteur pour essais de perméabilité.

- 79) 2 moules de 35 x 30 x 90 cm
- 80) 1 moule de 260 x 10 x 27 cm
- 81) 1 moule de 520 x 16 x 44 cm
- 82) 6 moules cylindriques de 15 cm de diamètre et 30 cm de hauteur.
- 83) 12 moules cylindriques de 23 cm de diamètre et 7 cm de hauteur.
- 84) Un appareil Amsler pour la mesure du retrait des bétons, à vis micrométrique. Base de mesure 540 mm, sensibilité 0,01 mm - (1931).
- 85) Un appareil Bauschinger pour la mesure du retrait, à palpeur et vis micrométrique, avec accessoires - (1931).
- 86) Un châssis pour mesures de retrait sur 8 grandes éprouvettes de 20 x 20 x 120 cm, équipé de micromètres à cadrans au 0,01 de mm. (Réalisé par les laboratoires).
- 87) Deux thermomètres enregistreurs Richard - (1931).
- 88) Un hygromètre enregistreur Richard - (1931).
- 89) Deux dispositifs pour la mesure de la chaleur d'hydratation des ciments suivant la méthode de la bouteille thermos, avec thermomètres enregistreurs mécaniques. (Montés par les laboratoires).
- 90) Un appareil pour la détermination de la chaleur de dissolution suivant les normes B. S. S. Construction Baird & Tatlock - (1953).

Il est intéressant de signaler ici incidemment que les Laboratoires d'essais des constructions du Génie Civil ont, en 1937, à la demande du Ministère des Travaux Publics, équipé le laboratoire de contrôle du chantier du grand barrage de réservoir d'Eupen. L'équipement concernait le contrôle des ciments et le contrôle partiel des bétons. Il comportait essentiellement ce qui suit :

Un groupe Amsler comprenant une presse de 200 tonnes, une machine de traction de 10 tonnes et un dynamomètre pendulaire avec pompe électrique.

Une scie à ruban (comme au n° 41).

Une machine à battre à deux marteaux avec moteur électrique et interrupteur et deux marteaux de rechange.

Matériel de moulage comprenant : 20 moules de traction pour mortier (essai normal), 20 moules de compression à mortier (essai normal), un bloc de 10 moules de flexion 4 x 4 x 16 cm, 3 moules métalliques cubiques de 20 cm de côté et 3 moules métalliques cubiques de 16 cm de côté.

Un bac thermostatique pour conservation des éprouvettes de mortier normal.

Une armoire humide pour idem.

Une série de 10 tamis Tyler, 5 tamis à trous ronds et 1 tamis à ciment de 4,900 mailles/cm².

Un appareil de prise de Vicat avec sonde et 3 aiguilles.

Trois aiguilles Le Châtelier.

Un picnomètre.

Une table à secousses à charnières avec deux moules pour flow-test.

Deux moules pour slump-test.

Un vase Dewar et un thermomètre enregistreur.

Une étuve électrique.

Un microscope.

Deux vérins de 50 tonnes avec pompe et manomètre.

Déformètre de Huggenberger.

Un creuset de platine.

Tensomètres Huggenberger.

Balances, verrerie et divers petits matériels de chimie.

Les essais de contrôle du dégagement de la chaleur de prise, par la méthode de la bouteille thermos, étaient effectués aux laboratoires de l'Université, au Val-Benoît.

Un ingénieur appartenant au personnel des laboratoires était détaché au chantier d'Eupen pour en diriger le laboratoire.

L'invasion du 10 mai 1940 a coupé toute communication entre les laboratoires principaux et le laboratoire de chantier, dont le matériel a toutefois pu être récupéré en 1945.

4) Laboratoire d'analyses minérales

Ce laboratoire n'effectue que les analyses de matériaux pierreux et métalliques et les opérations, analyses et recherches

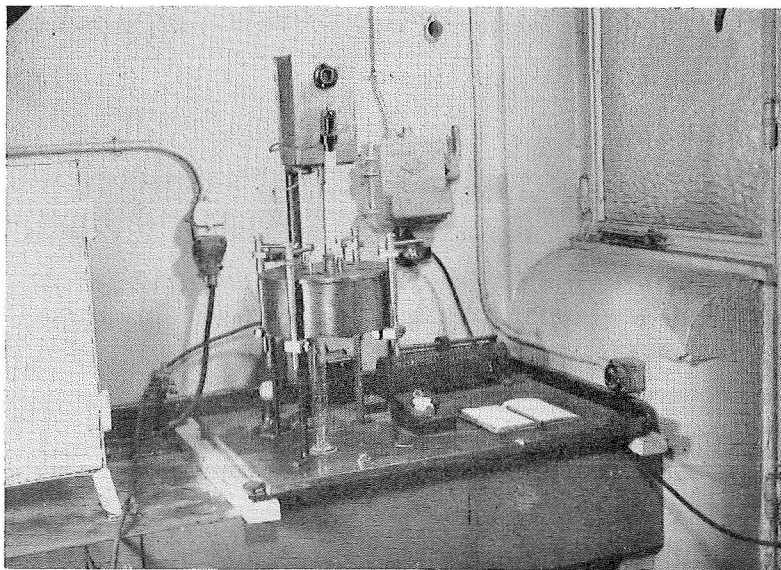


FIG. 47

chimiques inséparables des essais des matériaux pierreux et métalliques et des essais géotechniques.

Ce laboratoire, spécialement équipé de tables de chimie et de hottes, comporte surtout la verrerie habituelle. Il occupe la salle 6 et une petite salle de balances 6^{ter} accolée à la salle 5 (de retrait).

On y trouve, comme matériel spécial :

91) Une balance de précision Mettler type E.5 complète - (1955).

- 92) Une balance à amortisseur d'air Becker, capacité 200 g, sensibilité 1/10 mg, avec grossissement, système d'éclairage - lecture sur cadran - (1934).
- 93) Un four électrique Damuzeaux 0 à 1200 °C - (1955).

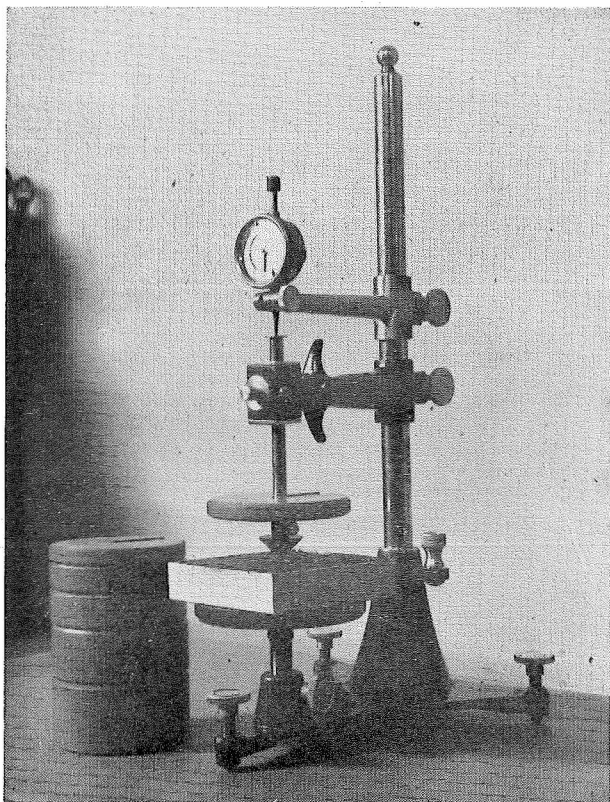


FIG. 48

- 94) Un moulin colloïdal Heidelberg - (1951).
- 95) Un appareillage servant à classer les aciers suivant la vitesse d'attaque par HCl.
- 96) Deux appareils d'électrolyse - Raacke (1954) et IKA (1955).

- 97) Un appareil Ströhlein pour la détermination rapide du carbone dans les fers et les aciers par la méthode volumétrique - (1949).
- 98) Un bain-marie thermostatique 400 x 300 x 150 mm - Limites d'utilisation 20 à 100 °C - Construction Bekso - (1951).
- 99) Deux creusets avec couvercle en platine iridié.

5) Laboratoire des matériaux à liants hydrocarbonés

(goudrons, bitumes, émulsions, matériaux d'étanchement, revêtements routiers, etc.)

Ce laboratoire occupe la salle 6^{bis} et a une grande activité d'essais pratiques et aussi de recherches. Son équipement, important et spécial, comporte notamment :

- 100) Un viscosimètre B.R.T.A. à 4 pertuis - (fig. 47).
- 101) Deux viscosimètres B.R.T.A. à un pertuis.
- 102) Un viscosimètre Engler.
- 103) Une jauge Hutchinson Junior.
- 104) Deux jauges Hutchinson n° 2.
- 105) Un appareil Krämer-Sarnow.
- 106) Un appareil « bille et anneau » (ring and ball).
- 107) Un appareil Float-test.
- 108) Deux pénétromètres selon les normes A. S. T. M., dont un automatique.
- 109) Un indentomètre Wilson, fabrication Hutchinson (salle 7) - (fig. 48).
- 110) Un appareil pour essai de Frass.
- 111) Un ductilomètre normal A.S.T.M. (salle 7).
- 112) Un appareil pour la mesure du point de flamme Cleveland (creuset ouvert).
- 113) Un appareil pour la mesure du point de flamme Marcusson (creuset ouvert).

- 114) Un appareil pour la mesure du point de flamme Pensky-Martens (creuset fermé).
- 115) Deux appareillages pour la distillation des goudrons suivant la méthode A.S.T.M.

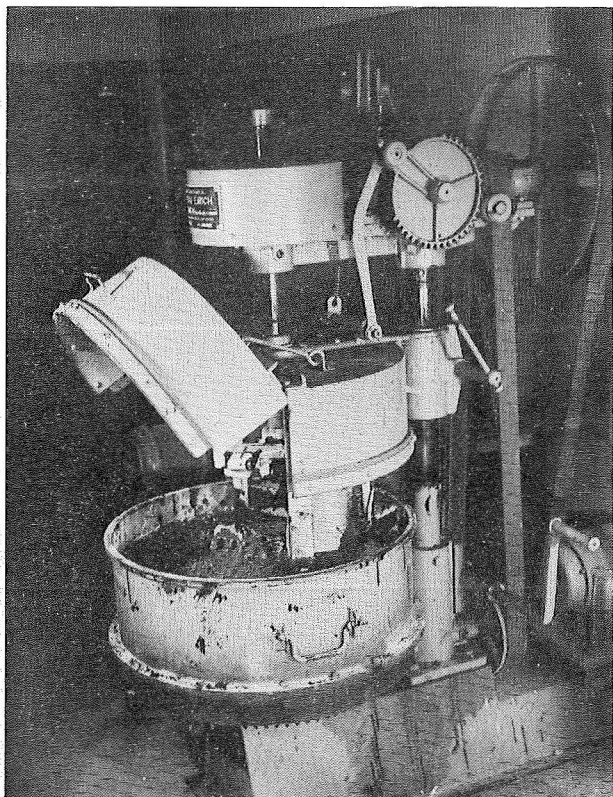


FIG. 49

- 116) Un appareillage pour la distillation des cut-backs suivant la méthode A.S.T.M.
- 117) Un appareil pour la mesure de la température de ramollissement superficiel des goudrons (T. R. S.) selon la méthode Leroux.

- 118) Une pompe à vide.
- 119) Trois étuves : a) de 0 à 130 °C,
b) de 0 à 200 °C,
c) de 0 à 250 °C.
- 120) Un picnomètre à goudron.

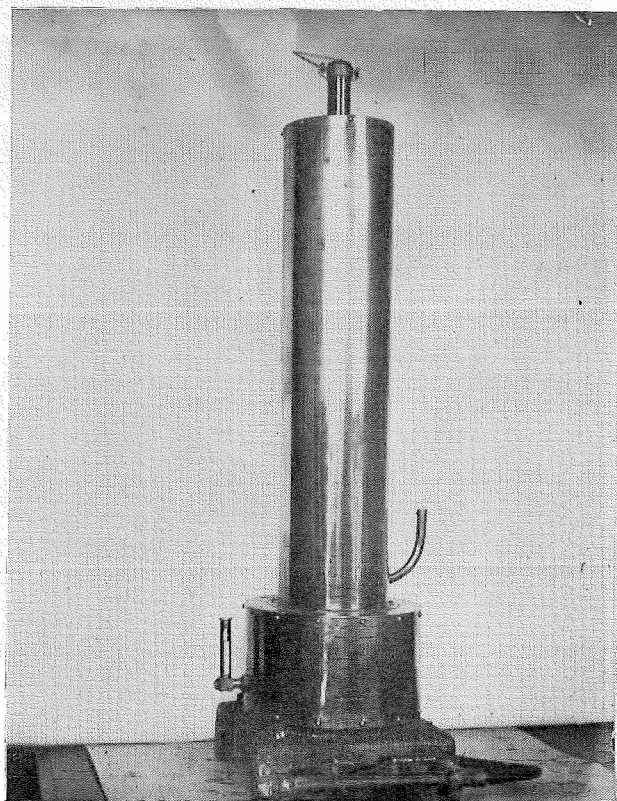


FIG. 50

- 121) Un picnomètre à tarmacadam.
- 122) Une balance rapide de précision Mikrowa, capacité 1000 g,
précision de 25 mg.
- 123) Une balance de Westphal.

- 124) Deux appareils d'extraction des liants hydrocarbonés des
conglomérats asphaltiques ou des tarmacadam.
- 125) 21 tamis : a) trois séries de 4 tamis A.S.T.M. n^{os} 10 - 40
- 80 - 200,
b) deux tamis A.S.T.M. n^{os} 25 - 30,

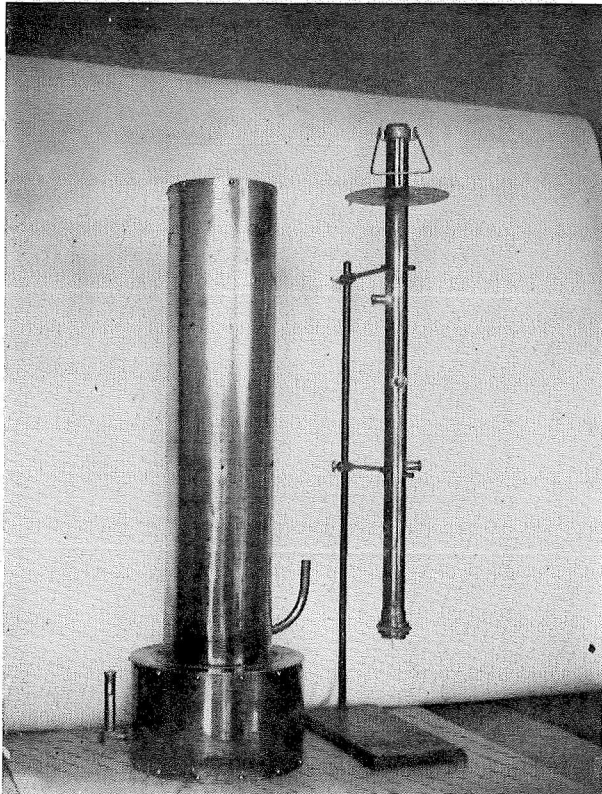


FIG. 51

- c) quatre passoires à trous ronds A.S.T.M. de
4 et 8 mm,
d) trois tamis Tyler de $\frac{1}{4}$ " - $\frac{1}{2}$ " - 1".
- 126) Un malaxeur-broyeur d'enrobage, capacité 5 litres.

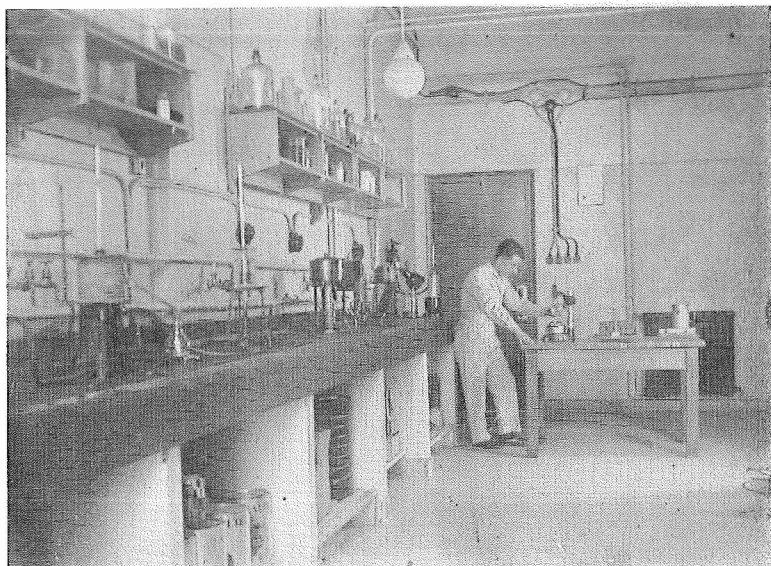


FIG. 52

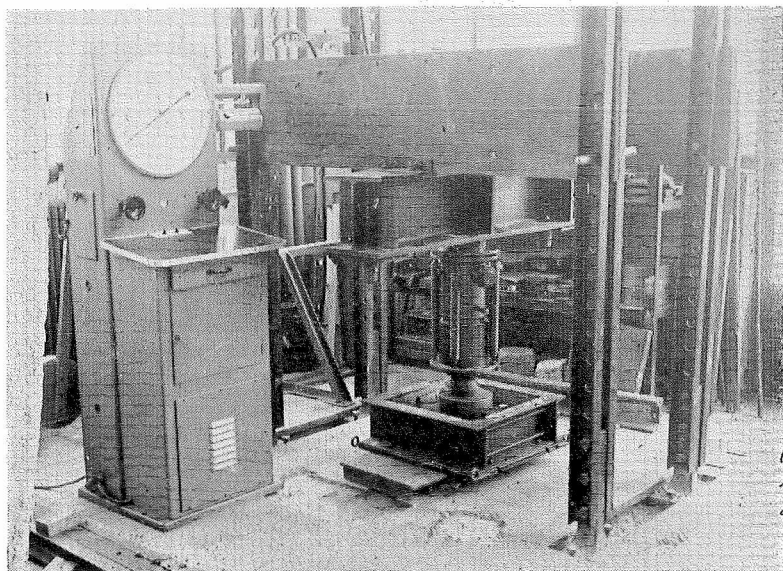


FIG. 53

- 127) Un malaxeur-broyeur pour enrobage, capacité 50 litres, avec cuve chauffante à deux intensités de chauffe. Construction Gustav Eirich - (fig. 49).
- 128) Un appareil pour l'étude de la sédimentation des goudrons fillérisés - (figures 50 et 51).

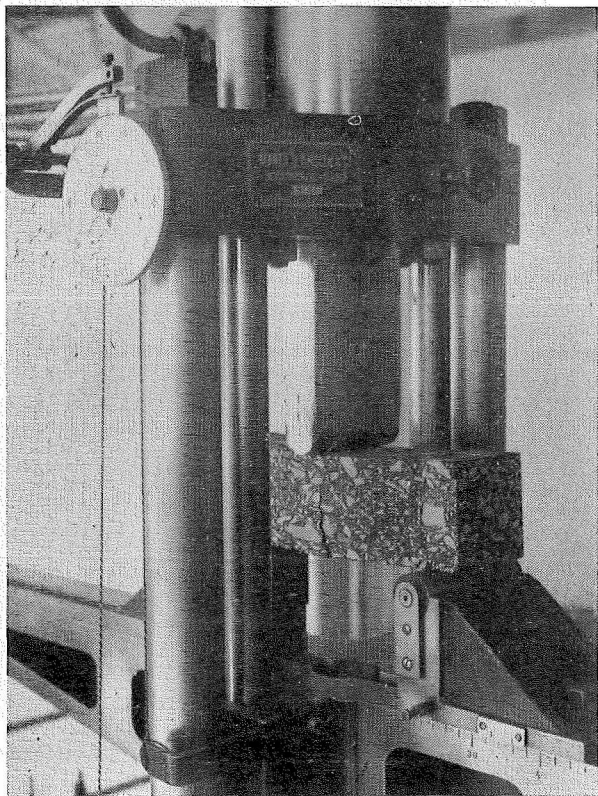


FIG. 54

- 129) Un appareil Soxhlet.
- 130) Une cellule de chromatographie.

La figure 52 reproduit une vue de la salle 6^{bis} telle qu'elle se présentait en 1948 ; elle est malheureusement très encombrée actuellement.

La figure 53 montre un dispositif expérimental de compactage par pression de dalles de béton asphaltique ou goudronneux, opération effectuée dans la halle expérimentale 15, à l'aide d'un montage servant à l'essai des tuyaux en béton. On extrait

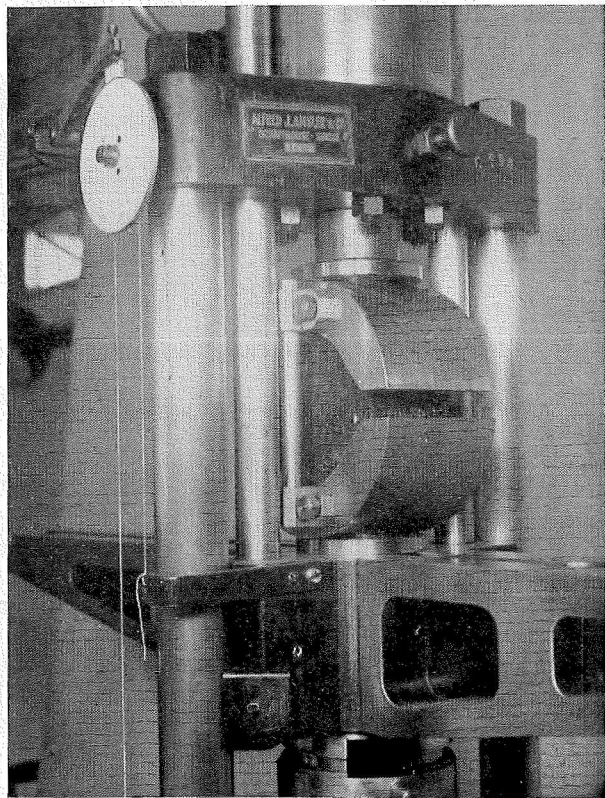


FIG. 55

de ces dalles des éprouvettes que l'on soumet alors à divers essais, par exemple de flexion (fig. 54) ou à l'essai Marshall (fig. 55), ou à un essai de compression simple, ou à l'essai dit « brésilien » (compression suivant un plan diamétral) par lequel on mesure la résistance à la traction.

6) Laboratoire des essais physiques

La salle 7 contient un ensemble d'appareils de caractères divers, généralement physiques, pour des essais et des recherches spéciales sur divers matériaux. Principalement les finesses des poudres, la tension superficielle, la métallographie microscopique, la viscosimétrie, etc. (Fig. 56).

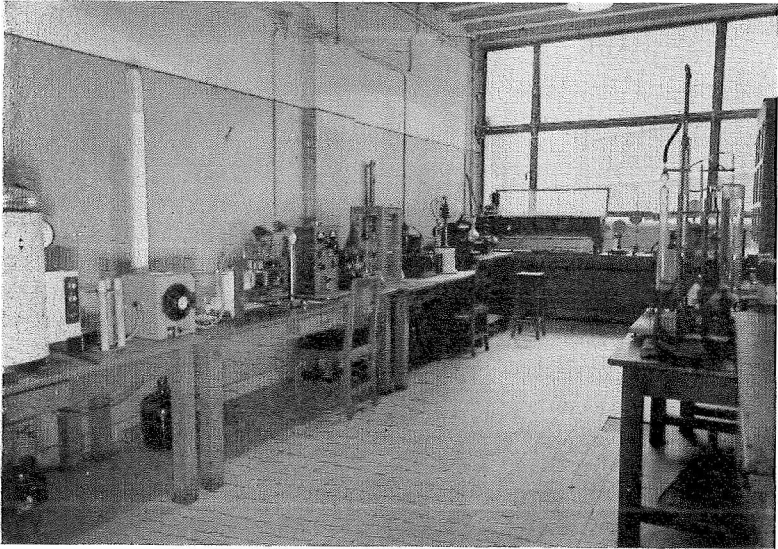


FIG. 56

Ci-après la nomenclature des principaux appareils qui s'y trouvent :

- 131) Un appareil de sédimentation par l'air (flouromètre Gonnel modifié par le Laboratoire National des Silicates à Mons) - (1950).
- 132) Un appareil Blaine pour mesure de la surface spécifique.
- 133) Un appareil Lea & Nurse pour mesure de la surface spécifique.
- 134) Un appareil de Rigden pour mesure de la surface spécifique.

- 135) Un turbidimètre de Wagner (se trouve dans la salle n° 10).
- 136) Un congélateur 1,25 x 0,63 x 0,97 m à -25°C .
- 137) Une étuve à vide thermostatique
200 °C Ø 25 cm
- 138) Une étuve à vide thermostatique
200 °C Ø 25 cm
- } équipées chacune
d'une pompe à vide
- 139) Un autoclave Cenco-Menzel pression 300 lbs p.s.g.i. avec comparateur de mesure au 0,001", pour l'essai A.S.T.M. de stabilité des ciments à l'autoclave.
- 140) Un tensiomètre Doignon-Abribat pour mesures rapides et précises de la tension superficielle et interfaciale.
- 141) Un psychromètre à aspiration Lambrecht.
- 142) Un pH-mètre électrique Beeckman.
- 143) Un éclatomètre Lhomme & Argy.
- 144) Un réfractomètre Zeiss.
- 145) Un microscope universel Reichert, grossissement 4,5 à 2.400 fois, avec équipement optique complet.
- 146) Un banc métallographique Leitz, « M.II », avec accessoires.
- 147) Un microscope OIP, grossissement 400 fois, monté sur pied.
- 148) Une loupe binoculaire Zeiss, grossissement 17 fois.
- 149) Un viscosimètre absolu Vogel-Ossag, fabrication Sommer & Runge.
- 150) Un ultra-thermostat de précision Haake, gamme d'utilisation -60 à $+250^{\circ}\text{C}$.
- 151) Un hygromètre enregistreur avec tambour d'enregistrement à mouvement d'horlogerie.
- 152) Un appareil d'abrasion Taber.
- 153) Deux horloges électriques à enclenchement et déclenchement automatiques.

A la salle 7 est attenant le laboratoire de photographie (chambre noire) qui est équipé comme suit :

- 154) Une lanterne d'agrandissement.
- 155) Un appareil photo pour reproduction.

- 156) Un appareil photo Roleiflex avec pied télescopique orientable.
- 157) Un appareil Dupliphot Gevaert 35 x 50 cm.
- 158) Une glaceuse à photo 50 x 60 cm.
- 159) Une tireuse à films radiographiques 10 x 72 cm.
- 160) Une chambre photographique.
- 161) Une cellule photo-électrique.

7) Salle des fours

La salle 8 contient essentiellement :

- 162) Deux fours métallurgiques électriques Ripoche, équipés d'un régulateur de température avec pyromètre à couple de platine rhodié - (1937-1938).

On y trouve aussi un appareil encombrant assez différent des fours ; c'est :

- 163) Une cuve à joint hydraulique étanche, établie selon les indications des laboratoires et conformément aux normes A.S.T.M. pour les essais de corrosion au brouillard salin (salt-spray). Cet appareil devrait disposer d'un local propre. Mais ce local n'existe pas et l'expérience a montré que la salle 8 est actuellement celle où sa présence a le moins d'inconvénients.

8) Laboratoire des peintures

La protection des matériaux, surtout les aciers, par les peintures, est une question qui a toujours retenu beaucoup l'attention des laboratoires. Plus récemment, ils ont été conduits à s'occuper beaucoup des peintures de signalisation routière. L'équipement actuel comporte :

- 164) Un mandrin conique.
- 165) Un jeu de neuf mandrins cylindriques de 3 à 25 mm.
- 166) Une jauge Hegman pour la détermination de la finesse de broyage des peintures et des pâtes.

- 167) Un filmographe d'épaisseur variable.
- 168) Un appareil Clemen pour mesure de la dureté des peintures : manuel.
- 169) Un appareil Clemen pour mesure de la dureté des peintures : automatique.
- 170) Une pendule de Perscz pour la mesure de dureté des peintures.
- 171) Un picnomètre pour peinture.
- 172) Un fluidimètre Matthis.
- 173) Un mobilomètre de Gardner.
- 174) Deux coupes Ford, unités européennes et unités américaines.
- 175) Une centrifuge MSE, 3300-3700 t/m avec une tête à 4 tubes de 50 CC.
- 176) Une centrifuge AHT de 350 mm \varnothing , 4500 t/m, fabrication Damuzeaux.
- 177) Un appareillage Erichsen Standard.
- 178) Un électro-test Erichsen.
- 179) Un appareil Gardner pour mesure du temps de séchage.
- 180) Un appareil Cross-Cull.
- 181) Un elcomètre pour la mesure des épaisseurs des films.
- 182) Une installation complète de pistolage.
- 183) Une lampe de table à vapeur de mercure type universel Original Hanau.
- 184) Une installation pour exposition aux U.V., lampe Philora.
- 185) Un dispositif pour l'exposition des éprouvettes de peinture aux rayons infra-rouges.
- 186) Un réfractomètre d'Abbe.
- 187) Un appareillage pour essai d'usure au sable, construit au laboratoire.
- 188) Un broyeur à peinture.
- 189) Une balance automatique Putzeys & Mélot, capacité 10 k, sensibilité $\frac{1}{2}$ g.

9) Laboratoire de mécanique des sols et de géotechnique

Les Laboratoires d'essais des constructions du génie civil de l'Université de Liège ont, dès leur fondation en 1930, entrepris des essais de mécanique des sols et de géotechnique, avec des moyens très réduits il est vrai, mais selon une doctrine propre. Ils possèdent donc le plus ancien laboratoire de cette nature

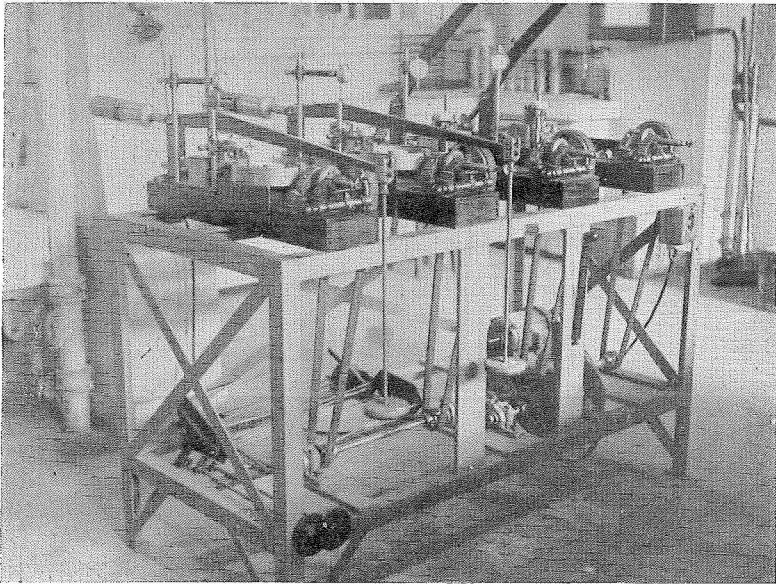


FIG. 57

en Belgique. Cependant, ce n'est que lors de l'installation au Val-Bencît, en 1937, que ce laboratoire a pu se développer et devenir actif, non seulement pour l'enseignement et les travaux de fin d'étude des étudiants, mais aussi pour l'industrie privée et les administrations publiques. Ce laboratoire a actuellement un équipement assez complet et une activité appréciable.

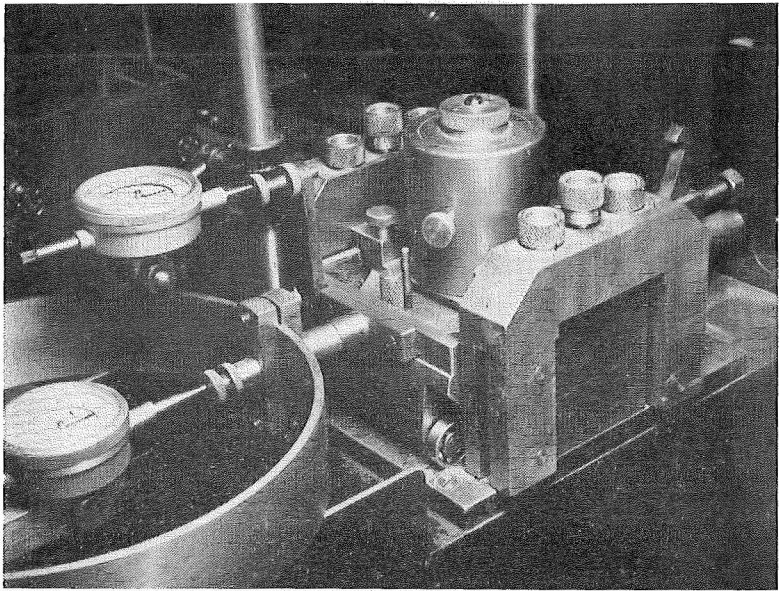


FIG. 58



FIG. 59

Voici les éléments principaux de son équipement :

- 190) 22 oedomètres équipés pour l'essai de perméabilité : 12 de 40 cm² de section et 10 de 20 cm² de section.
- 191) Une presse Amsler de 300 k (compression et traction).

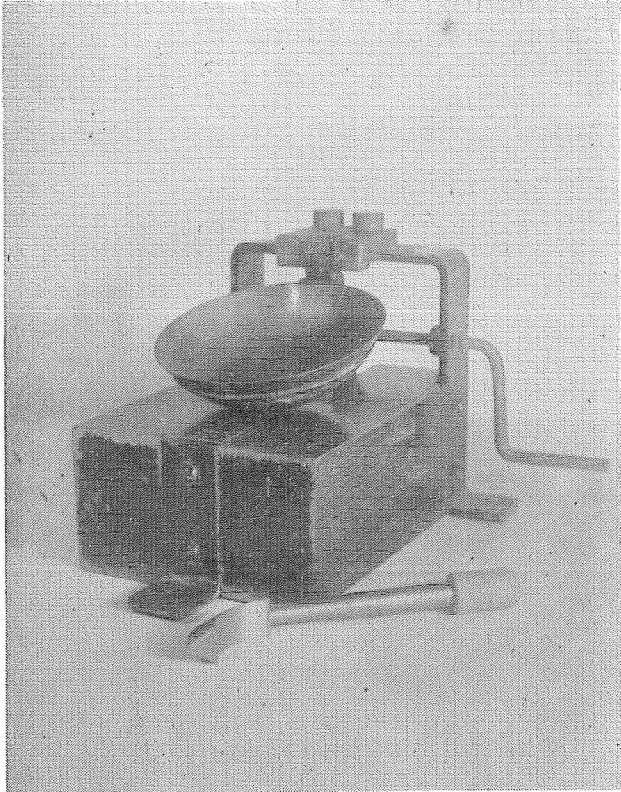


FIG. 60

- 192) Une étuve thermostatique 400 x 350 x 450 mm de 30 à 200 °C - fabrication Bekso.
- 193) Deux trébuchets de 1 k de capacité.
- 194) Une balance d'analyse à chaînette Becker de 200 g au 1/10 mg.

- 195) Une balance analytique Mikrowa de 1000 g, précision 25 mg.
- 196) Une balance semi-automatique de 30 k, cadran gradué de 0 à 200 g par division de 1 g.
- 197) Quatre appareils de cisaillement de Casagrande pour éprouvettes cylindriques de 20 cm² de section, réalisés selon les indications du laboratoire - (figures 57, 58 et 59).

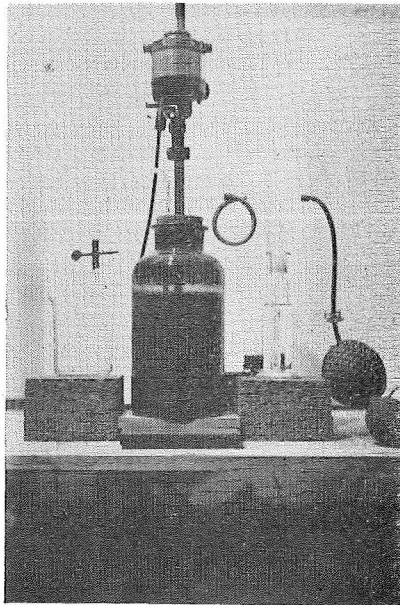


FIG. 61

- 198) Un appareil de Casagrande pour la détermination de la limite de liquidité d'Atterberg - (fig. 60).
- 199) Un appareil d'Enslin pour la détermination de la limite d'absorption.
- 200) Une série de tamis D.I.N.
- 201) Une série de tamis A.S.T.M.
- 202) Un secoueur de tamis JEL, d'une capacité de 10 tamis.

- 203) Matériel pour l'essai de sédimentation de Bouyoucos comprenant : 1 bain-marie thermostatique, 1 agitateur à 7000 t/m et 8 aréomètres - (fig. 61).
- 204) Trois cellules triaxiales de 70 mm de diamètre et de 200 mm de hauteur, avec leur tableau de commande

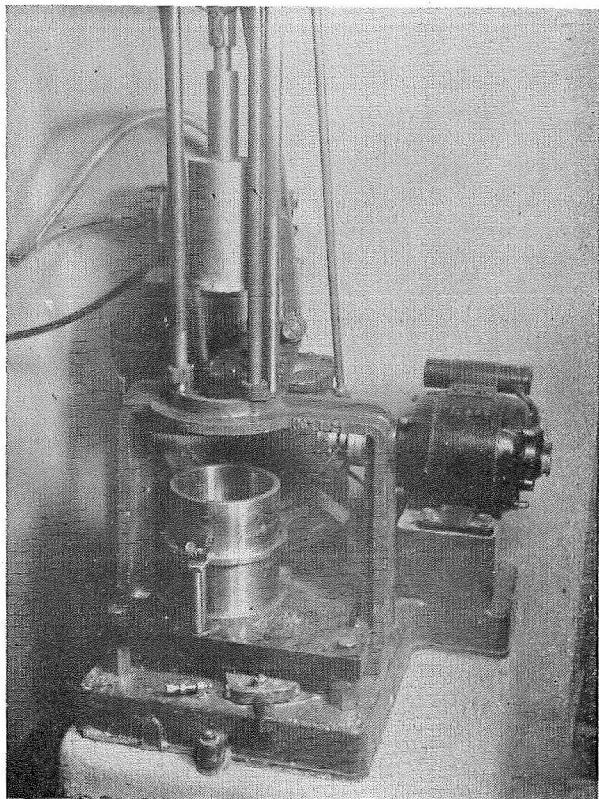


FIG. 62

et compresseur permettant des pressions latérales de 16 k/cm^2 . Fabrication « Société d'Applications Mécanique et Optique » - (1955).

- 205) Trois cellules triaxiales de 33 mm de diamètre et de 100 mm de hauteur avec leur tableau de commande

et compresseur permettant des pressions latérales de 16 k/cm^2 . Fabrication « Société d'Applications Mécanique et Optique » - (1955).

- 206) Un équipement pour l'essai triaxial avec 1 cellule de 38 mm de diamètre et 75 mm de hauteur et 1 cellule de

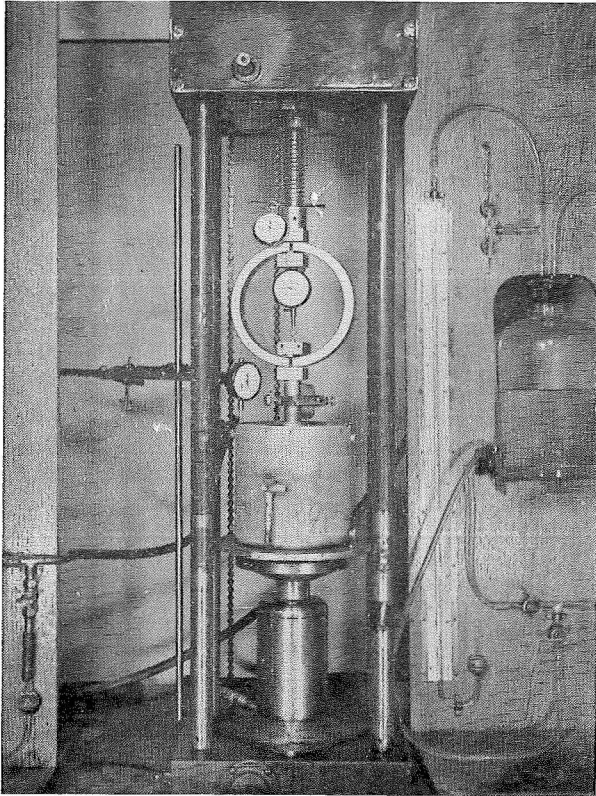


FIG. 63

105 mm de diamètre et 210 mm de hauteur. Fabrication « K.C. Productions ». - (1953).

- 207) Un dynamomètre à pression unitaire de 400 k/cm^2 avec 1 vérin de 5 tonnes et 1 vérin de 25 tonnes .

- 208) Un moule Proctor normal.
- 209) Dix-huit moules Proctor modifié.
- 210) Deux moules pour la détermination du coefficient Kh.
- 211) Une machine de compaction automatique pour essai Proctor - (fig. 62).
- 212) Un matériel de compaction Harvard miniature.
- 213) Un équipement pour la mesure du poids spécifique apparent sur chantier par la méthode de la bouteille à sable.

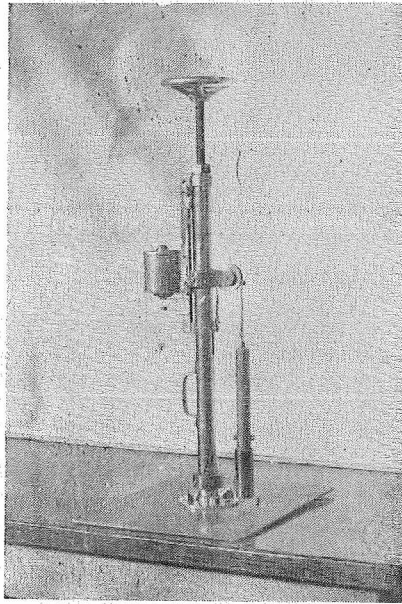


FIG. 64

- 214) Un matériel de Westergaard (plate bearing test) avec dispositif complet pour montage sur camion.
- 215) Un équipement C.B.R. de laboratoire - (fig. 63).
- 216) Un équipement C.B.R. de chantier.
- 217) Quatre anneaux dynamométriques de 200 - 1.000 - 5.000 - 25.000 k.

- 218) Un géoptosimètre enregistreur (construction Van der Meer) pour la mesure expérimentale, automatique et rapide de la résistance du sol - (fig. 64).
- 219) Un compressimètre Dorsin角度 (construction R. & A. Thibaut) permettant de déterminer rapidement la force portante admissible d'un sol vierge ; son principe est celui d'une sonnette à battre les pieux - (1955).
- 220) Un appareil de pénétration en profondeur avec 40 m de tige, puissance 10 tonnes. Construction N. V. Goudsche Machinefabriek - (1954).
- 221) Un matériel de sondage à main \varnothing 7 cm, 10 mètres de tige.
- 222) Un matériel de sondage Meka Banka Conrad Stork monté sur pneumatiques, puissance du moteur 8,5 CV, diamètre des tubes 6 1/2", 16 mètres de tubes.
- 223) Un matériel de sondage à main Foraky avec sonnette, hauteur 5 m, diamètre extérieur des tubes 4", 20 mètres de tubes, avec treuil à moteur à explosions.
- 224) Un appareil de compression uniaxial de chantier.
- 225) Un diviseur d'échantillon 1/2".
- 226) Un diviseur d'échantillon 1".
- 227) 46 micromètres à cadran au 1/100 mm - 10 mm de course.
- 228) 6 micromètres à cadran au 1/1000 mm - 25 mm de course.
- 229) Un extracteur universel pour sol de 4" comprenant :
 - 1 vérin à vis 4",
 - 1 système d'attache pour moule Proctor,
 - 1 système d'attache pour 1 couteau de 4" \varnothing ,
 - 1 système d'attache pour échantillons de 1 1/2".

La figure 65 représente une photographie de la salle 11 vers 1948. Dans le fond à droite, la machine Amsler de 300 k. A côté, vers la gauche, les 6 oedomètres de l'époque et, à l'avant-plan, un appareil de cisaillement plan rudimentaire.

La figure 66 montre l'état actuel du laboratoire.

La figure 57 montre l'ensemble actuel de quatre appareils de cisaillement.

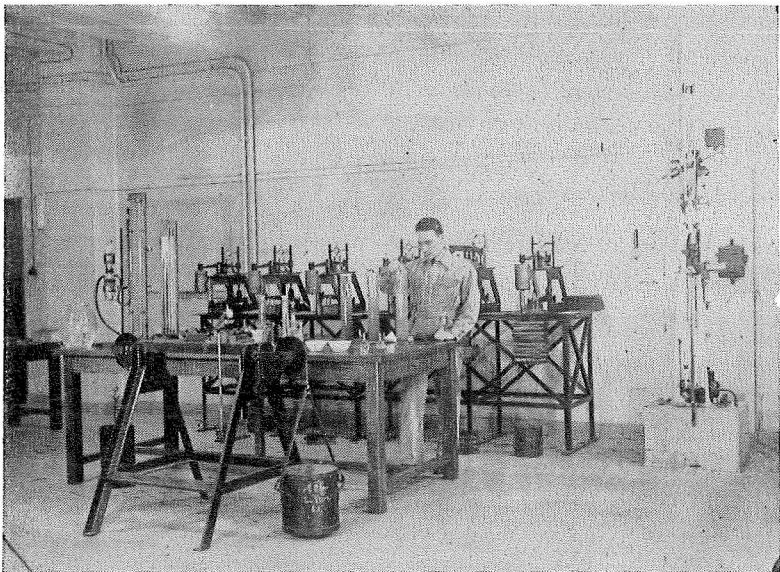


FIG. 65

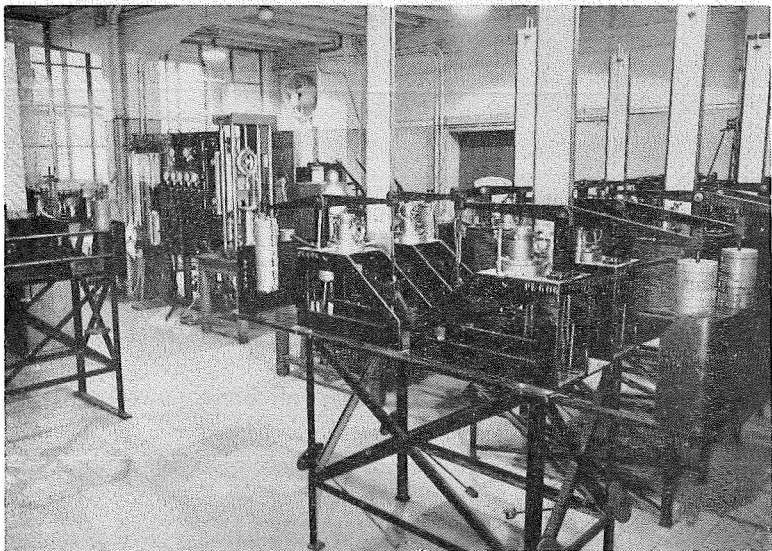


FIG. 66

La figure 58 montre un détail à plus grande échelle, la plaque inférieure étant mobile, selon le projet dessiné par l'Ingénieur RUEBENBAUER (actuellement Ingénieur en charge du laboratoire de géotechnique du Ministère des Travaux Publics à Ottawa (Canada), qui fut temporairement attaché au laboratoire de mécanique des sols de Liège.

La figure 59 montre un porte-éprouvette démonté et un autre monté.

Le géoptosimètre de la figure 64 est l'appareil original de l'Architecte Van der Meer, déjà perfectionné dans les détails. Depuis, l'appareil a été modifié pour amplifier dix fois les enfoncements du piston. Utilisé avec discernement par des opérateurs entraînés, cet appareil donne des indications comparatives satisfaisantes.

10) Les chambres conditionnées

Le projet d'aménagement des laboratoires dans l'Institut du Génie Civil au Val-Benoît, prévoyait deux grandes chambres conditionnées, destinées à permettre d'effectuer des essais dans des conditions indépendantes de l'ambiance locale.

Un groupe réfrigérateur est installé dans le local 12. La chambre 12^{bis}, fortement isolée, est appelée la chambre froide. Elle doit permettre le refroidissement à -25°C . La chambre 12^{bis}, est la chambre chaude. Il est possible d'y faire varier la température de 0 à 60°C et d'y faire varier le degré hygrométrique à volonté.

La chambre froide est accessible par une double porte isolée; la chambre chaude par une simple porte isolée.

Les chambres sont assez grandes que pour pouvoir y introduire des machines d'essai : presses, moutons, etc. Des essais y ont été effectués sur des bétons hydrauliques et asphaltiques, des sols, des métaux.

Par suite des conséquences de la guerre, l'équipement thermodynamique et électrique des chambres conditionnées a été très

dégradé et la remise en état apparente du matériel ancien n'a pas permis de reproduire les performances initiales. D'intéressants essais sur la résistance des sols congelés n'ont pu être poussés jusqu'à des températures assez basses.

Aussi un renouvellement de l'équipement thermodynamique et électrique a-t-il été décidé. Il est en voie d'achèvement. La

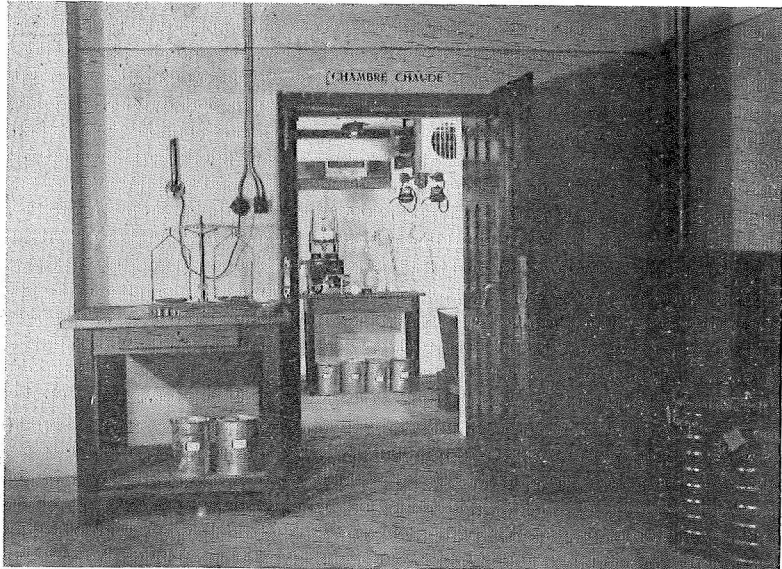


FIG. 67

température de la chambre froide doit pouvoir être abaissée à -40°C . Les chambres sont équipées d'appareils perfectionnés et précis de mesure de la température et du degré hygrométrique (chambre chaude).

La figure 67 montre l'accès et l'intérieur de la chambre chaude.

11) Ateliers mécaniques (locaux 13, 13^{bis} et 13^{ter})

230) Un étau-limeur à grande vitesse « Invicta », modèle IM, course 254 mm, 4 vitesses.

- 231) Un tour à charioter et fileter « Weisser », modèle HP 110 - E/P 750.
- 232) Une fraiseuse horizontale universelle « Jaspar », type 2 CR, à commande électrique et accessoires normaux.
Courses : longitudinale automatique 550 mm, transversale à main 160 mm, verticale à main 425 mm.
Table (surface utile) : 950 x 220 mm.
Puissance : 2,5 CV.
- 233) Un appareil diviseur universel « Jaspar ».
- 234) Une affûteuse rectifieuse universelle « Impéria », type M.C. AR.
Surface utile de la table : 815 x 125 mm.
Courses : longitudinale de la table 350 mm, transversale de la table 220 mm, entre pointes maximum : 510 mm.
- 235) Une foreuse Homecraft d'établi avec moteur $\frac{1}{3}$ HP, capacité maximum de forage : 12 mm.
- 236) Un tour Demoor de haute précision, type 311, poupée à cônes à 3 étages avec double harnais d'engrenages.
Hauteur de pointes au-dessus du plat du banc : 175 mm.
Longueur entre pointes : 1 m.
Nombre de vitesses de la broche : 9.
Section du banc (largeur x hauteur) : 265 x 240 mm.
- 237) Un équipement Micox pour la rectification.
- 238) Une fraiseuse universelle automatique « Jaspar », type 3 C, à commande électrique et accessoires normaux.
Courses : longitudinale automatique 735 mm, transversale à main 210 mm, verticale à main 430 mm.
Table (surface utile) : 1.150 x 240 mm.
- 239) Une polisseuse Poliomni.
- 240) Une foreuse américaine « Tauco », n° 970 à quatre vitesses.
- 241) Une foreuse « Jaspar », type FRS, capacité de perçage : 0 - 23 mm, profondeur maximum de perçage : 150 mm, nombre de vitesses de la broche : 8.

- 242) Une universelle scie n° 1, modèle réversible permettant le tronçonnage et en position verticale le découpage, changement de vitesse permettant de découper des métaux de duretés différentes. Capacité : 200 x 300 mm.
- 243) Une universelle scie n° 2. Capacité 140 x 200 mm.
- 244) Un étau-limeur « Weisser » à bielle, commande par monopoulie, embrayage à friction et harnais d'engrenages, boîte de vitesses, descente automatique du porte-outil, béquille pour supporter la table. Course du coulisseau : 550 mm, dimensions de la table : 360 x 500 mm, course de la table : 650 mm, course verticale de la table : 350 mm.
- 245) Un tour d'établi South Bend « Workshop » n° 4155, entre-pointes : 914 mm, hauteur de pointes : 228 mm, nombre de vitesses : 6.
- 246) Un tour « Demoor » à dégrossir, hauteur de pointes : 225 mm, entre-pointes : 1,50 m avec vis-mère et canon creux.
- 247) Une meuleuse sur bâti, diamètre des meules : 350 mm, vitesse de rotation : 1.400 t/m.
- 248) Une meuleuse d'établi, diamètre des meules : 150 mm, vitesses de rotation : 2.800 t/m.
- 249) Un étau-limeur « Klopp » à mouvement hydraulique, course du coulisseau : 650 mm, déplacement transversal de la table : 540 mm, surface de la table : 610 x 340 mm.
- 250) Un étau-limeur original « Schaerer », course du coulisseau : 400 mm, déplacement transversal de la table : 400 mm, surface de la table : 390 x 340 mm.
- 251) Une forge avec accessoires.

12) Atelier de soudage (local 14)

- 252) Une machine d'oxy-coupage automatique « Pyrotome G » équipée pour travailler à deux chalumeaux.
- 253) Un pyrotome Picard, jeu de 6 becs, 1 dispositif pour découpage circulaire. Puissance du moteur : 1/25 CV,

puissance de coupe : 5 à 300 mm, gamme de vitesse : 5 à 30 m/h.

254) Un poste de soudure Philips.

255) Un transformateur de soudage Soudométal.

256) Un cadre rigide pour exécution de soudure bridée - (fig. 68).
Ce cadre est muni de deux tourillons axiaux, de telle sorte qu'il puisse être utilisé comme un positionneur lorsqu'il est placé dans un chevalet spécial permettant la rotation.

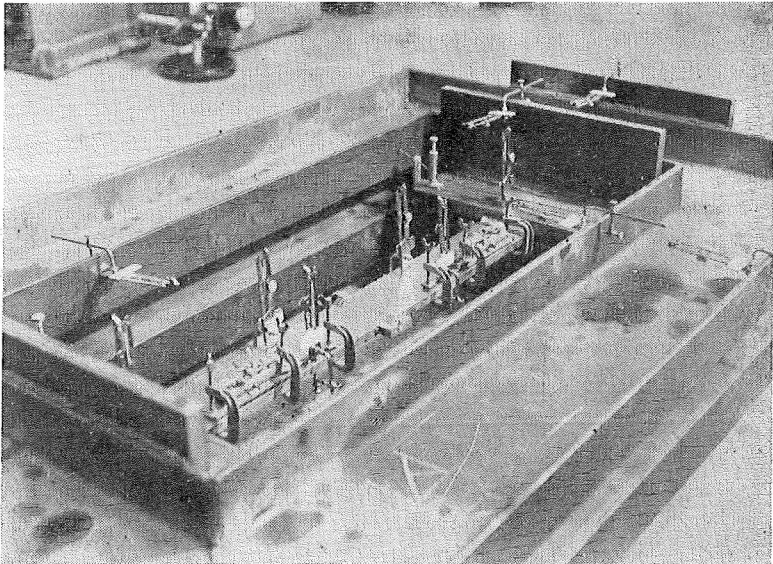


FIG. 68

257) Une machine à cintrer les tôles à commande à bras n° 2 de 1 x 4 mm.

Diamètre du rouleau supérieur : 90 mm.

Diamètre du rouleau inférieur : 75 mm.

258) Une plieuse universelle PU. 200/1 en 1 m de longueur utile, pour tôles douces et recuites jusqu'à 2,5 mm d'épaisseur maximum, à commande à main.

- 259) Une cisaille type 3, grandeur 3 L, lame de 300 mm pour acier jusque 40 k de résistance maximum.
- 260) Une cisaille type 5 S, grandeur 7 R, lame de 150 mm pour acier jusque 40 k de résistance maximum.

13) Laboratoire spécial de fluage (local 17)

Depuis une dizaine d'années, des recherches systématiques sur le fluage et la relaxation des aciers ont été effectuées dans les

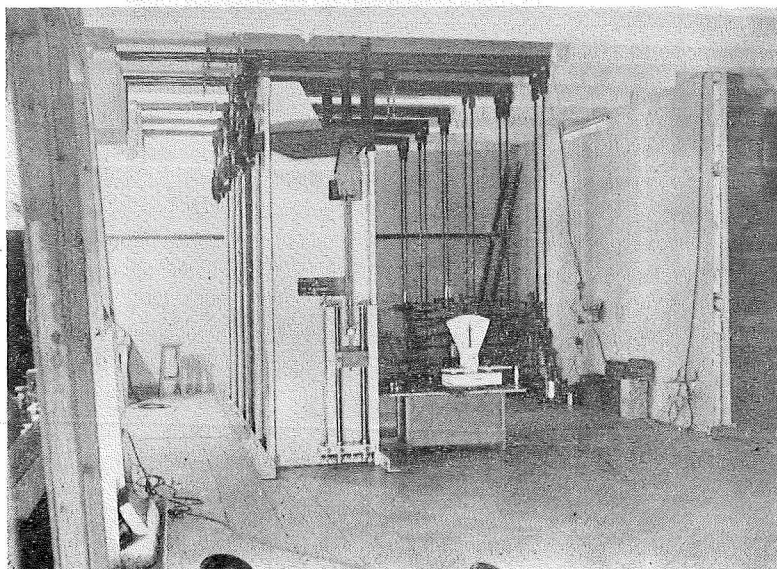


FIG. 69

laboratoires, d'abord à l'initiative de personnalités industrielles de la construction, puis de la Société John Cockerill, finalement et principalement sous les auspices du Comité belge pour l'étude du fluage des métaux à la température ordinaire, subventionné par l'I.R.S.I.A.

Ces recherches concernent surtout les armatures de béton précontraint : fils tréfilés et barres acier à haute résistance. Cepen-

dant, les recherches ont été étendues à d'autres nuances d'acier, notamment plus douces, ce qui a conduit à des résultats intéressants. Le local 17 a été réalisé en matériaux semi-permanents et à la dimension des installations qu'il renferme. Il est fait en matériaux isolants et conditionné de manière à maintenir une température uniforme de $21 \pm 1^\circ\text{C}$.

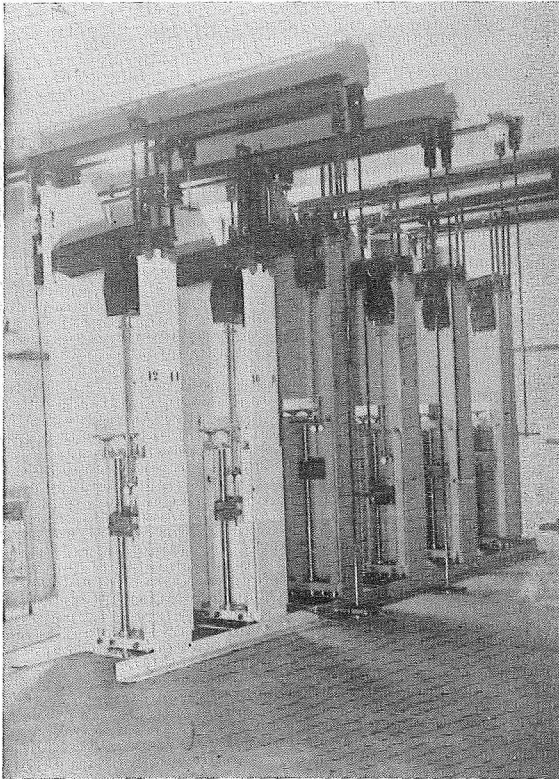


FIG. 70

L'équipement comporte :

- 261) Six machines doubles pour essais de fluage et de relaxation, charge maximum de 20 tonnes, équipées de dispositifs de mesures - (figures 69 et 70).

- 262) Deux dispositifs de traction pulsante, équipés de dispositifs de mesure. Charge maximum de 5 tonnes, fréquence réglable entre 0 et 1 Hz. Oscillations auto-entretenues par dispositif électronique, alimenté par un redresseur de courant Philips.
- 263) Un thermostat 2 KV pour conditionner la salle 17.

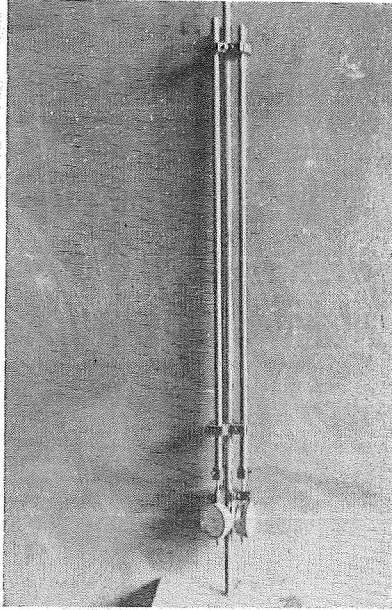


FIG. 71

- 264) Une balance automatique RECSI, type EI 104, de 10 k, graduation de 0 à 200 g.

Les figures 69 et 70 montrent le groupe de six machines doubles, qui ont pu être photographiées avant la remise en place de la cloison de la face vers l'avant, qui avait été enlevée pour permettre le placement de deux machines supplémentaires et l'agrandissement correspondant du local 17. Le prototype de cette machine (la troisième à partir de la gauche de la fig. 70).

a été conçu et réalisé en grande partie par les laboratoires. Les cinq autres ont été réalisées, d'après ce modèle, par les Ateliers Donnay, de Herstal. Les déformations des éprouvettes, qui ont 1,40 m de longueur, sont mesurées au moyen d'un extensomètre à triple micromètre, permettant de mesurer des allongements spécifiques à $1/200000^{\text{me}}$ près.

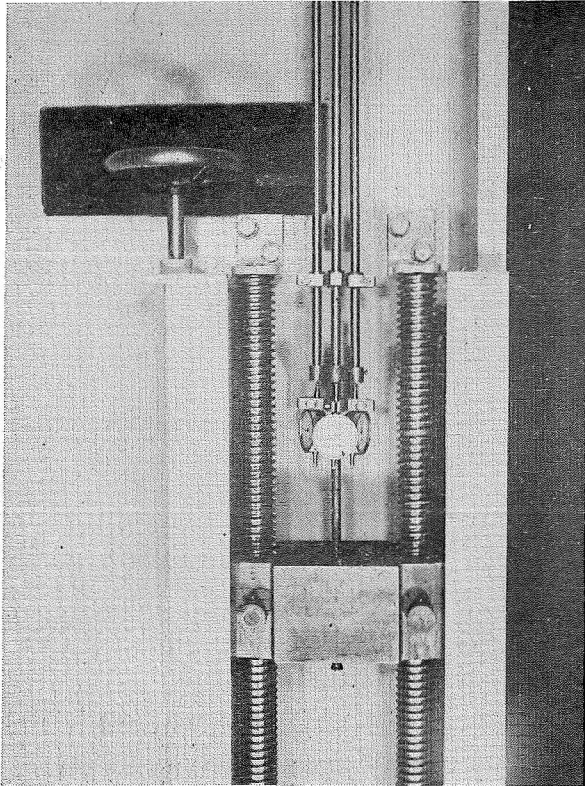


FIG. 72

La figure 71 montre cet extensomètre monté sur un barreau.

La figure 72 l'éprouvette et l'extensomètre dans une machine, près de l'ancrage inférieur mobile.

La question de savoir si les variations de tensions qui se produisent dans les ouvrages en béton précontraint sous l'effet du passage des surcharges mobiles, influent sur le fluage ou la relaxation des armatures a conduit à équiper deux des machines d'un dispositif pulsant électromagnétique à commande électronique, qui a été conçu et mis au point par les laboratoires et réalisé avec le concours de diverses firmes liégeoises.

14) Electronique et radiations

L'électronique, technique et science de l'amplification des courants faibles, née du développement de la radio-électricité, a révolutionné dans beaucoup de domaines la technique des mesures. Elle a trouvé des applications dans le domaine de l'essai des matériaux et des constructions, pour les mesures des dilata-tions proportionnelles par les résistances ohmiques et les extenso-mètres sensibles électrodynamiques (à induction mutuelle) ou électrostatiques (à capacité), ou encore piezo-électriques. Ensuite pour les mesures de déformations dynamiques, par des oscillo-graphes ou même des enregistreurs ordinaires. Puis par les mesures acoustiques, permettant de déterminer les propriétés acoustiques des matériaux et les caractéristiques acoustiques des constructions.

L'électronique a d'autre part trouvé des applications dans les essais non destructifs des matériaux, pour la mesure par voie vibratoire des constantes élastiques (modules d'élasticité longi-tudinal et transversal).

En ce qui concerne les essais non destructifs, les laboratoires pratiquent depuis leur installation au Val-Benoît l'examen aux rayons X (radiographie), plus récemment l'examen magnétique.

L'utilisation des ultra-sons est à l'étude en vue d'une adapta-tion aux problèmes de recherches des laboratoires. Les appareils que l'on trouve dans le commerce sont spécialisés pour certains contrôles, qui n'entrent guère dans la sphère d'activité des labo-ratoires. De même, l'utilisation des radio-isotopes est à l'étude, en vue des recherches qui intéressent les laboratoires.

L'inventaire actuel comprend en ordre principal :

265 à 271) *Un appareillage acoustique Bruël et Kjaer comportant :*

- 265) Un enregistreur de niveau sonore (bathymètre de Neumann). Suivant le potentiomètre adapté, l'échelle est linéaire ou logarithmique (décibels et phones), elle est de 10, 50, 75 ou 100 dB pour 5 cm. Dix vitesses de déroulement du papier depuis 0,003 jusque 100 mm/sec.
- 266) Un générateur de fréquences acoustiques d'une puissance de trois watts pouvant alimenter un ou deux haut-parleurs. Dispositifs accessoires : un compresseur électronique pour permettre de régler la pression acoustique en un endroit déterminé, un modulateur électronique de fréquence pour produire des sons modulés, un couplage mécanique pour synchroniser le déroulement du papier du bathymètre et la variation continue de la fréquence de l'oscillateur.
- 267) Deux haut-parleurs de 25 cm en coffret.
- 268) Un analyseur de son, composé en ordre principal d'un filtre de fréquence très sélectif à réglage progressif (précision et stabilité inférieure à 1 %) et d'un décibel-mètre à lampe.
- 269) Deux amplificateurs microphoniques (atténuateurs gradués en décibels ou phones) et deux microphones à condensateur calibré (accessoire : grille de calibrage électrostatique).
- 270) Un montage à tube pour mesurer l'absorption acoustique des petits échantillons de matériaux. Les ondes stationnaires entretenues à l'intérieur du tube par un petit haut-parleur présentent, aux ventres et aux nœuds, des différences de pression dont l'importance dépend du pouvoir réfléchissant de l'échantillon placé au bout. Un microphone baladeur mesure cette différence de pression et le calcul donne le pouvoir absorbant.
- 271) Un appareil à pas ; reproduit le pas acoustique normalisé en une succession rapide de chocs étalés sur un espace de cinquante centimètres.

L'ensemble est conçu pour le travail en chantier aussi bien qu'en laboratoire. Le bathymètre de Neumann est un appareil convenant pour l'étude acoustique des salles et des bâtiments : courbes de réverbération, mesures d'absorption et de transmission du bruit en fonction de la fréquence ou non.

272) Un amplificateur Philips de 50 watts modulés avec deux grands haut-parleurs.

273) Un enregistreur reproducteur sur bande magnétique Loewe Optaphon.

Ces deux appareils font partie de l'équipement acoustique.

274) Un excitateur électrodynamique de vibrations (puissance deux watts modulés), de marque Goodman. Il permet l'emploi de l'appareillage acoustique Bruël et Kjaer pour l'étude des vibrations stationnaires dans les éprouvettes cylindriques ou prismatiques d'allongement suffisant. Il permet ainsi de déterminer la vitesse de propagation des ondes longitudinales et transversales, le décrement logarithmique, etc., dans des essais non destructifs.

275) Un excitateur d'oscillations de Lazan, consistant en deux balourds réglables qui tournent à l'intérieur d'un bloc. Pour toutes les positions des balourds, la force développée est connue avec précision. La rotation est assurée par un moteur d'un cheval alimenté par un puissant montage électronique « Thymotrol ». Un bouton gradué de 200 à 3.500 t/m commande la fréquence des oscillations. L'accélération, la décélération et la régulation dépendent d'un ensemble de dispositifs amplificateurs de réaction et de contre réaction à effet instantané.

276) Un appareil Hogentogler pour l'essai des éprouvettes en vibrations stationnaires transversales, comportant : un générateur d'oscillations sinusoïdales Hewlett-Packart ; un excitateur électrodynamique de trois watts modulés et son coffre-support ; un pick-up et un amplificateur, enfin un oscillographe à rayons cathodiques Dumont (tube de 7 cm de diamètre).

- 277) Un appareil Weibel pour la mesure non destructive du module d'élasticité des matériaux par la mesure directe de la vitesse de propagation des ondes de choc. Précision : 1 dix-millième de seconde. Alimentation par batteries de piles. Fonctionne sur le principe du chronographe à condensateur. Les gates d'ouverture et de fermeture sont constitués par deux chaînes amplification-thyratron-relai mécanique.
- 278) Un « time interval meter » Berkeley au millionième de seconde comportant six décades électroniques et 49 lampes. Gates sensibles aux impulsions de 20 volts à la microseconde. Sert principalement à la mesure de la vitesse de propagation des vibrations dans les matériaux pour la détermination du module d'élasticité, coefficient de Poisson, etc... (essais non destructifs).
- 279) Un châssis comportant deux amplificateurs commandant deux triggers de Schmidt destiné à transformer les oscillations issues des pick-ups en impulsions raides à l'usage du « time interval meter ».
- 280) Un appareil enregistreur de déformations Tinius Olsen pour essais statiques d'éprouvettes cylindriques jusque 10 mm de diamètre. Trace automatiquement la courbe de déformation en fonction de la charge. Le capteur magnétique constitue un pont équilibré avec la bobine de compensation. Tout mouvement du capteur engendre une tension qui est amplifiée fortement et suffisamment pour faire tourner le moteur d'entraînement du tambour à diagramme. Celui-ci commande un levier qui désamplifie son mouvement de 500, 1000 ou 2000 fois et rétablit l'équilibre du pont par son action sur la bobine de compensation (fig. 15).
- 281) Un enregistreur Baldwin à grande amplification et à deux directions. Diagrammes de 25 cm, amplification maximum 1000. Capteurs électromagnétiques « Microformer » montés en pont d'équilibre. Deux moteurs commandent le mouvement du cylindre et le déplacement de la plume. Les applications varient suivant les accessoires employés. Enregistre-

ment de la courbe raccourcissements-charges sur éprouvettes en béton jusque 6" de diamètre et 12" de longueur. Enregistrement de la courbe dilatations-charges sur éprouvette de traction. Enregistrement du diagramme flexions-charges pour toutes formes d'éprouvettes. La mesure de la charge est transmise au « microformeur » au moyen d'un manomètre Bourdon raccordé hydrauliquement à la presse.

- 282) Un téléextensomètre acoustique « Maihak » pour mesure des dilatations spécifiques, sensibilité 6.10^{-6} . Un fil d'acier

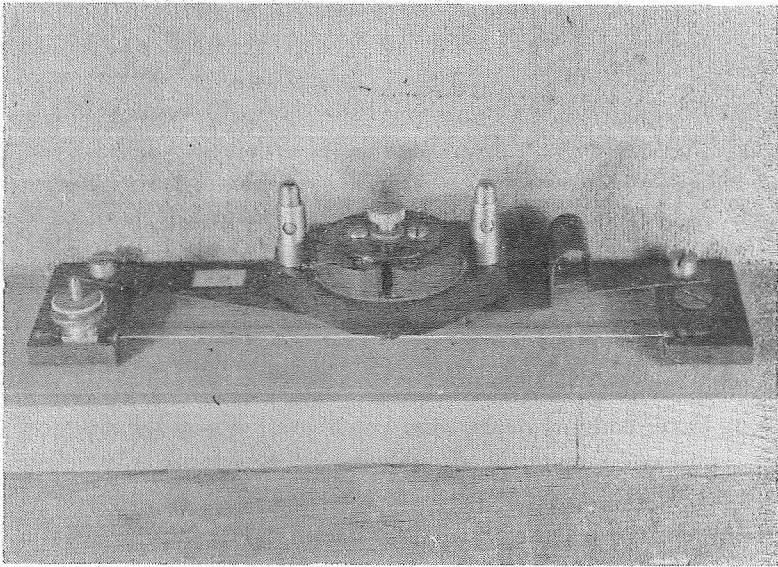


FIG. 73

est tendu entre deux points délimitant la base de mesure. Les variations de tension font varier la fréquence de résonance du fil. Le son est capté, transmis à distance, amplifié et comparé au son d'un fil étalon. Douze extensomètres peuvent être raccordés à l'appareil. Un commutateur permet de les interchanger rapidement pour les actionner successivement (fig. 73).

- 283) Un pont statique Baldwin SR4, type L, pour mesurer les dilatations spécifiques au moyen d'extensomètres ohmiques (strain-gages). Sensibilité 10^{-5} . Alimentation par piles ou secteur.
- 284) Un appareil de mesures de déformations proportionnelles dynamiques Brush, comportant deux amplificateurs pour strain-gages avec alimentation d'un pont à 2000 c/s, potentiomètres d'équilibre, résistance et capacité, atténuateur pour huit sensibilités et dispositif de calibrage.
- 285) Un enregistreur à deux plumes pour l'appareil précédent. Sensibilité maximum : 50 microdéformations pour 1 cm de déflexion. Précision : 1/20 de toute l'échelle soit 20 microdéformations environ pour une sensibilité de 100 microdéformations par cm. Stabilité suivant le temps de l'emploi : 10×10^{-6} après quelques minutes, 20 à $50 \cdot 10^{-5}$ après quelques heures. Il peut servir également à l'enregistrement de vibrations de basse fréquence lorsqu'on raccorde un capteur de vibrations à la partie de l'amplificateur qui suit le discriminateur. Autre exemple d'emploi : tachymètre enregistreur utilisé conjointement avec une magnéto tachymétrique. Vitesse de déroulement du papier : 0,5, 2,5 et 12,5 cm par seconde.
- 286) Deux commutateurs avec compensation résistance et capacité pour quatorze strain-gages en coffret métallique.
- 287) Un enregistreur photographique à six galvanomètres et pont d'équilibre pour six strain-gages, marque Heiland. Très stable du fait qu'il ne comporte pas d'amplification. Il permet des mesures en sollicitation dynamique et semi-statique. Sensibilité 500 microdéformations par cm de flexion pour un strain-gage de 120 w. Alimentation par batteries. Fréquences de 0 à 200 par sec.
- 288) Pont d'alimentation et de tarage pour strain-gage 500 ohms, fabrication Philips ; pour déformations dynamiques uniquement et observation à l'oscillographe cathodique.
- 289) Un oscillographe à rayons cathodiques Philips G.M. 3156, écran de 9 cm de diamètre. Amplificateur de déviation

- verticale : sensibilité 1 mv/cm, linéaire pour les fréquences de 0,5 à 5000 p/s. Balayage horizontal en dents de scie périodique ou déclenché, synchronisé intérieurement ou extérieurement.
- 290) Un préamplificateur à batteries « Philips », type GM 4570. Permet de porter la sensibilité de l'oscillographe à rayons cathodiques GM 3156 de 1 à 28 microvolts.
 - 291) Un commutateur électronique Philips, type GM 4580. En combinaison avec l'oscillographe cathodique, permet l'observation simultanée de deux phénomènes : fréquence de commutation 10 à 50.000 par sec.
 - 292) Base de temps aperiodique Philips GM 8003 pour l'observation et la photographie à l'oscillographe cathodique de phénomènes transitoires.
 - 293) Appareil photographique Rolleiflex avec statif pour l'adapter à l'oscillographe cathodique Philips et lentilles additionnelles pour courtes distances focales.
 - 294) Deux capteurs électrodynamiques de vibrations à dispositif sismique Philips GM 5520. Permettent d'effectuer des mesures d'amplitude, de vitesse et d'accélération de phénomènes périodiques ou non. Utilisables pour les fréquences de 5 à 1000 par sec. Sensibilité de l'ordre du micron, précision 5 %.
 - 295) Un voltmètre alternatif à lampes Philips GM 4132/01. Sensibilité maximum 0,01 volt à fond d'échelle. Dix gammes de mesures, fréquences 25 à 15.000 par sec, précision 3 %.
 - 296) Un pont de Wheatstone, marque AOIP.
 - 297) Un galvanomètre à miroir Cambridge, sensibilité : 125 divisions par microampère.
 - 298) Deux ensembles pour essais dynamiques de fluage comportant : un oscillateur électrodynamique basse fréquence à grande amplitude et forte puissance, un amplificateur de puissance 75 watts à courant continu, un préamplificateur à strain-gage. Ils sont destinés à entretenir les machines

de fluage en état d'oscillation par réaction électromécanique (voir n° 262, page 111).

- 299) Un appareil de détection magnétique Scheuroscop avec lampe portative fluorescente destiné à faire apparaître les défauts de surface ou proches de la surface, invisibles à l'œil nu sur des pièces ferromagnétiques. L'éprouvette est plongée dans un liquide et la poussière fluorescente magnétique qui est en suspens se colle au métal en se disposant suivant les lignes de force magnétiques.
- 300) Une installation radiographique à rayons X. Balteau de 250 Kv, comprenant : un générateur H.T. à 250.000 volts en deux éléments de 125.000 volts chacun placés en série, un pupitre de commande avec organes de réglage et de mesure, une ampoule à rayons X contenue dans une cupule en aluminium et accessoires divers.

La figure 74 montre le montage utilisé pour la mesure de la fréquence naturelle fondamentale de vibration longitudinale d'une éprouvette prismatique de mortier, par la méthode de résonance. Les appareils qui constituent ce montage sont, outre le support et le capteur, les numéros 274, 265, 266, 268, 269 et un oscilloscope cathodique.

La figure 75 montre le montage utilisé pour mesurer la vitesse du son à la surface d'un élément de construction quelconque, en utilisant les appareils n^{os} 278 et 279.

Ces montages sont les réalisations originales des laboratoires bien mises au point. On trouve dans le commerce des appareils manufacturés destinés aux mêmes usages. Outre qu'ils sont très coûteux, d'un prix nettement supérieur à ces montages réalisés au moyen d'appareils fondamentaux, leur adaptation parfaite n'est pas assurée, car il s'agit d'appareils très récents, dont la mise au point est incertaine et qui sont d'ailleurs en constante évolution.

La modicité des moyens des laboratoires les a toujours obligés à une très grande prudence dans le choix du matériel, tant

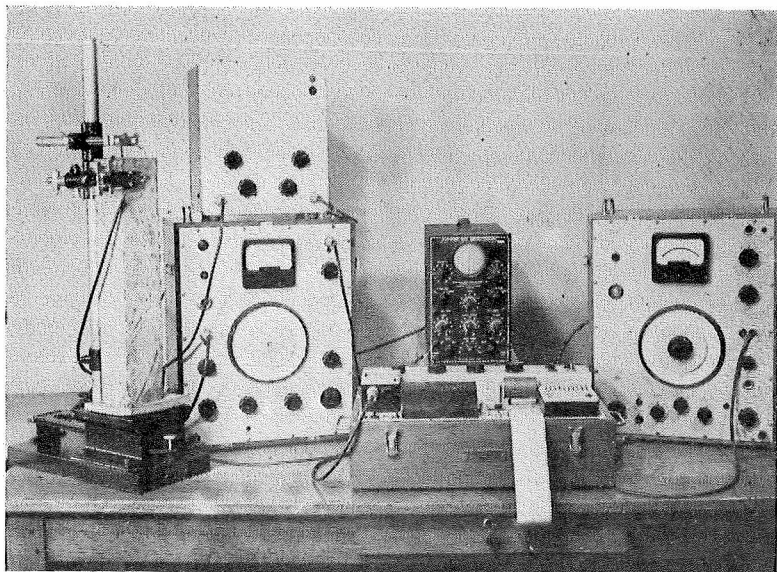


FIG. 74

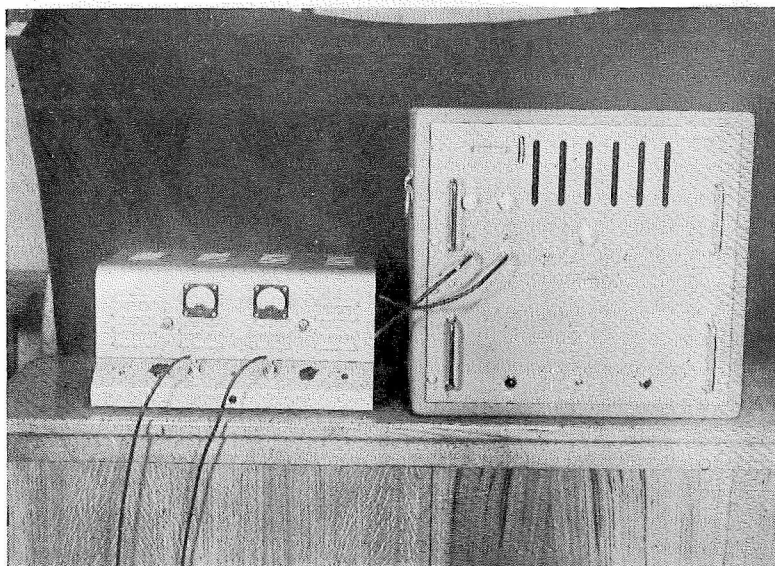


FIG. 75

pour assurer l'économie d'achat que l'efficacité, la sûreté et l'économie d'utilisation. Ceci a conduit les laboratoires à réaliser souvent par eux-mêmes des appareils que l'on ne trouvait pas dans le commerce sous des formes appropriées ou à des prix raisonnables, ou adaptés pour des recherches spéciales.

15) Collection des appareils de mesures de forces et de déformations

On connaît l'aphorisme de Lord Kelvin, qu'il n'y a de science que du mesurable. Or, l'intention qui a présidé à la création des laboratoires, qui est restée d'ailleurs leur ambition permanente, est d'introduire dans la construction et les constructions autant de science qu'il est possible de le faire raisonnablement. Dans la recherche en flèche, précédant l'application pratique, mettre le maximum de science compatible avec l'objet de la recherche. Eventuellement même, pour des objets très spéciaux et lorsque c'est possible, n'envisager que le point de vue scientifique.

En conséquence et dès l'origine, la mesure a été la méthode systématiquement utilisée aux laboratoires : mesures de forces, mesures de longueurs et surtout de variations de longueurs, mesures de températures, mesures de débits, de vitesses, d'accélération, mesures de temps.

Déjà, dans toutes les nomenclatures précédentes, un grand nombre des appareils mentionnés sont ou comportent des appareils de mesure. Souvent des plus perfectionnés : mesure de temps en microsecondes (millionnièmes de secondes), mesures de dilatations proportionnelles en $1/1.000.000^{\text{mes}}$, balances sensibles au $1/10^{\text{me}}$ de mg, etc...

Il va de soi que le caractère scientifique des mesures requiert qu'elles soient aussi exactes que possible. Ceci implique beaucoup de discernement, car les mesures sont influencées par des quantités de facteurs, qu'il faut apprécier correctement. Ce point ne peut être commenté ici en détail. Mais on comprendra qu'un

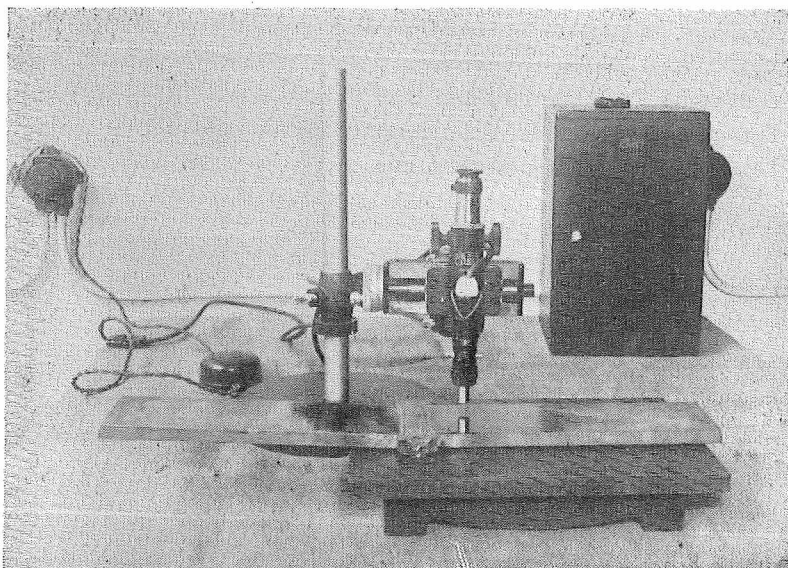


FIG. 76

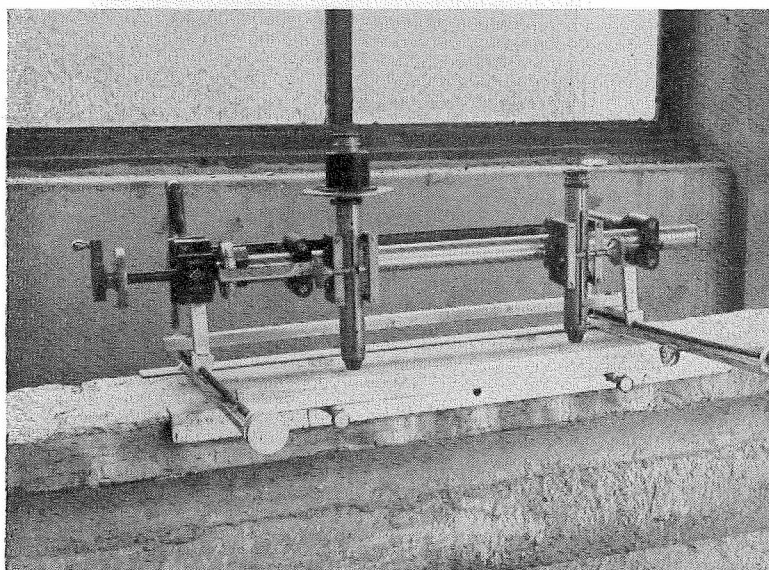


FIG. 77

appareil de mesure quelconque doit surtout être adapté à son objet. Sans doute, il doit être précis et sensible, mais surtout commode. Par exemple, une trop grande sensibilité peut rendre l'usage de l'instrument de mesure incommode et, de ce fait, l'exactitude des mesures diminue.

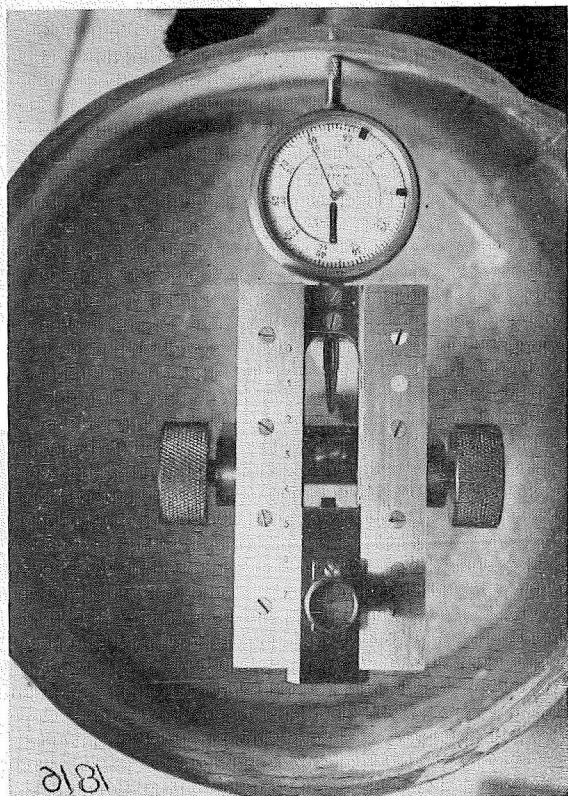


FIG. 78

La collection des appareils de mesure des laboratoires, commencée dès l'origine, n'a pas cessé de se développer suivant leurs besoins propres et doit être appréciée naturellement sous cet angle.

- On trouvera ci-après un aperçu des principaux instruments :
- 301) Un microscope mesureur Zeiss avec oculaire micrométrique au $1/100^{\text{me}}$ mm (fig. 76).
 - 302) Un Cambridge universal measuring machine, déplacement dans les deux sens par vis, lecture au $1/100^{\text{me}}$ mm par

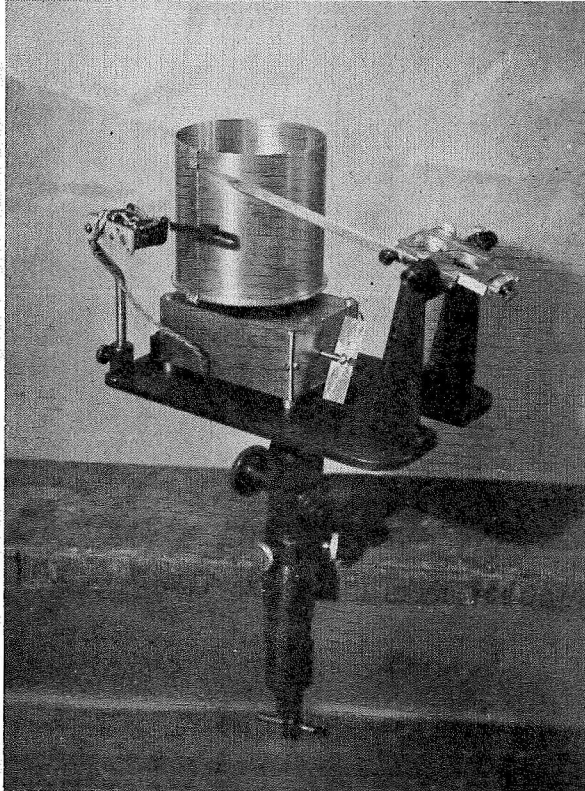


FIG. 79

- loupe sur règle graduée, un objectif 2", un oculaire 6 fois à réticule.
- 303) Un appareil de mesure Cambridge Small, déplacement par vis micrométrique, lecture au $1/100^{\text{me}}$ mm, un microscope avec oculaire goniométrique - (fig. 77).

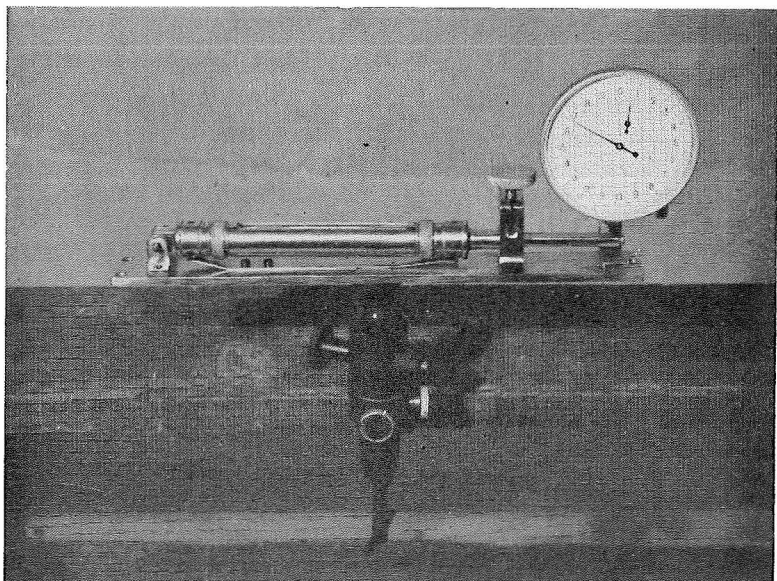


FIG. 80

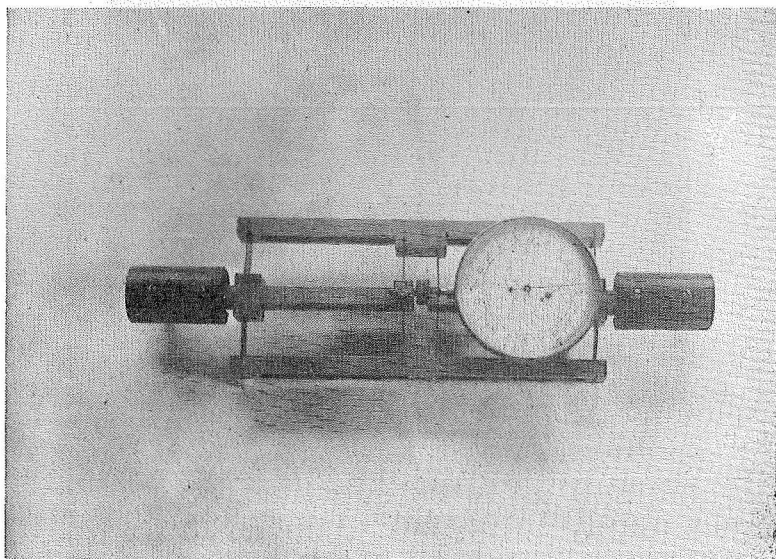


FIG. 81

- 304) Trois fleximètres Huggenberger de 10 mm de course, précision de mesure 0,01 mm.
- 305) Un fleximètre Stoppani avec pince universelle et micromètre à cadran au 0,01 mm, course 10 mm.
- 306) Un fleximètre enregistreur Stoppani à chronographe Jaquet, stylet marquant la seconde et le $1/5^{\text{me}}$ de seconde, avec totalisateur et contacteur électriques, tambour 1 t/m, amplification 0 à 50 fois. Fleximètre muni de dispositifs électromagnétiques de télécommande.
- 307) Un fleximètre Schopper avec secteur gradué (amplification 5) 0-50 mm, précision 0,02 mm, micromètre à cadran au 0,01 mm (amplification 1).

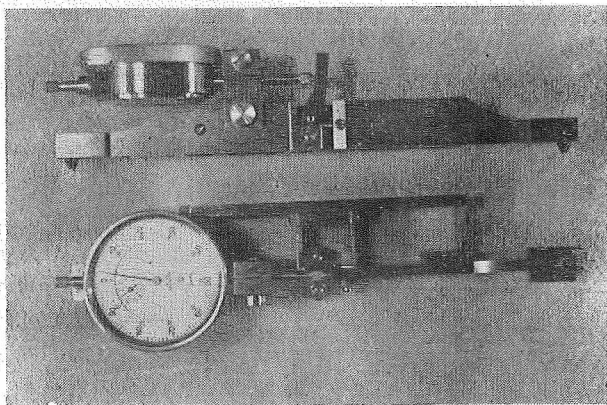


FIG. 82

- 308) Un fleximètre à tige Morin, échelle graduée en mm, course 20 mm, précision 0,2 mm.
- 309) Un fleximètre enregistreur Morin à amplification réglable, tambour à mouvement d'horlogerie.
- 310) Un fleximètre de Bosramier, marque Morin, course 120 mm, précision 0,1 mm.
- 311) Quatre fleximètres à cadran Zivy, course 50 mm, précision $1/20$ mm.

- 312) Un fleximètre G. C. à lames élastiques avec pince-fil et touche à vis micrométrique, pour emploi de micromètre à cadran au 0,01 mm.
- 313) Un fleximètre G. C. à coulisseau pour emploi de micromètre à cadran au 0,01 mm, course 120 mm - (fig. 78).
- 314) Sept fleximètres enregistreurs G. C. avec mouvement d'horlogerie, tambour 1 t/min, amplification 0 à 50 fois, munis de dispositifs électromagnétiques de télécommande - (fig. 79).
- 315) Dix supports universels pour fleximètres.
- 316) Deux clinomètres Stoppani à vivelle de haute précision avec vis micrométrique et tambour gradué.
- 317) Six clinomètres G. C. à nivelle de haute précision pour emploi d'un micromètre à cadran au 0,001 mm. Base de 245 mm, base spéciale pour mesures périodiques, ne nécessitant pas le stationnement permanent de l'appareil - (fig. 80).
- 318) Quatre clinomètres G.C. à nivelle de haute précision pour emploi d'un micromètre à cadran au 0,001 mm. Base de 220 mm.
- 319) Un extensomètre Amsler avec micromètre à cadran au 0,01 mm, course 4 mm. Bases de mesure : 40 à 50, 50 à 70, 60 à 90, 75 à 110, 100 à 160, 130 à 220 et 180 à 320 mm.
- 320) Deux déformètres G.C. à billes, base de mesure 300 mm avec micromètre à cadran au 0,001 mm - (fig. 81).
- 321) Seize déformètres G.C. à pointes, base de mesure 250 mm - (fig. 82).
- 322) Un déformètre G.C. à billes avec micromètre à cadran au 0,001 mm, base de mesure 400 mm.
- 323) Un déformètre G.C. à billes, base de mesure de 20 mm, micromètre à cadran au 0,01 mm avec amplification par plongeurs coniques - (fig. 83).
- 324) Un déformètre G.C. à billes avec micromètre à cadran au 0,01 mm, à base de mesure réglable de 20 à 100 mm et amplification par plongeurs coniques - (fig. 84).

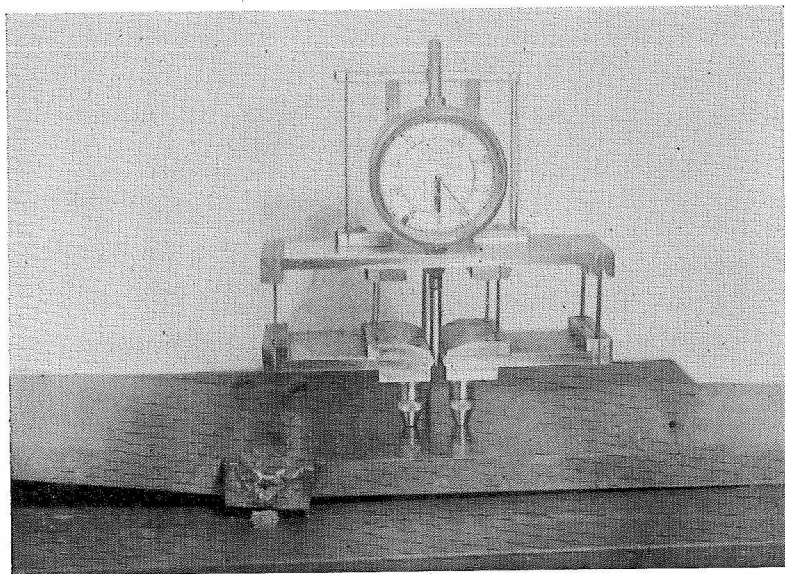


FIG. 83

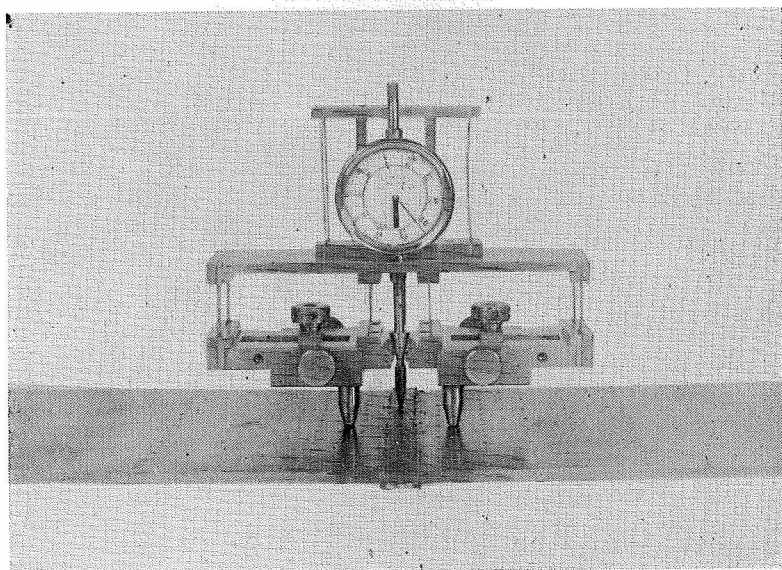


FIG. 84

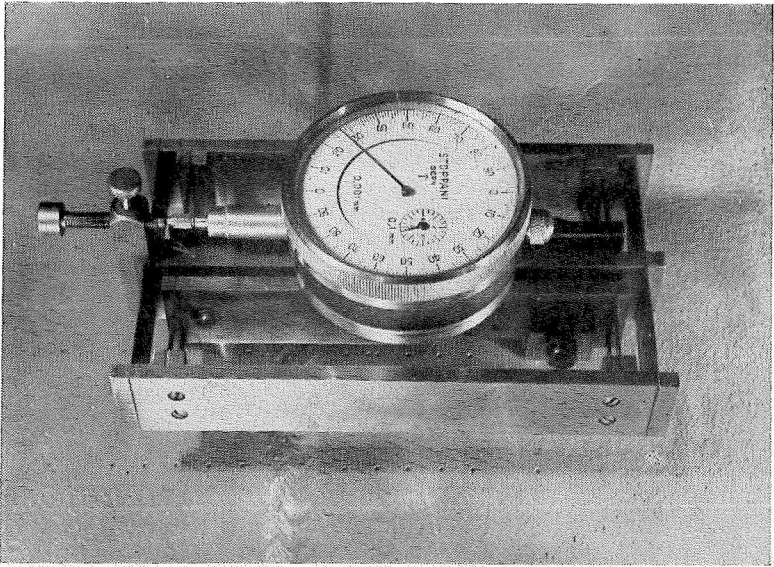


FIG. 85

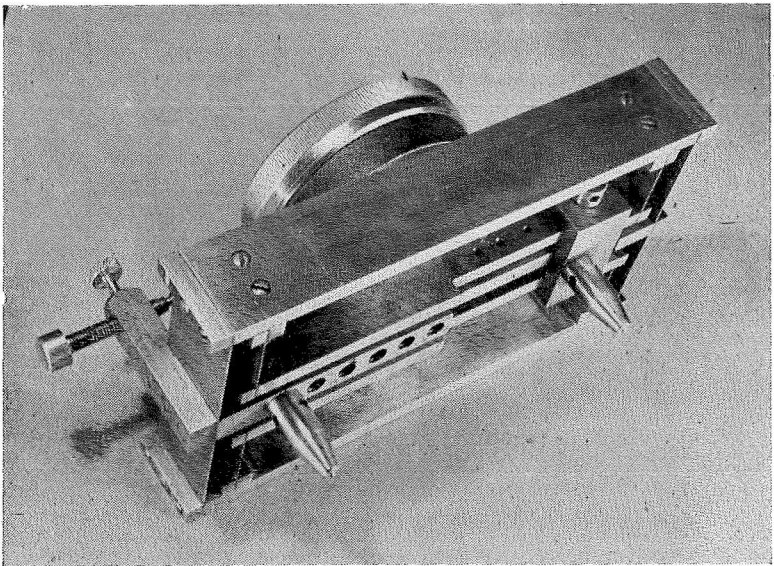


FIG. 86

- 325) Un déformètre G.C. à pointes, base de mesure 127 mm ($5''$), micromètre à cadran au 0,001 mm.
- 326) Un déformètre G. C. à billes à base de mesure réglable de 12 à 100 mm, micromètre à cadran au 0,001 mm - (figures 85 et 86).
- 327) Deux déformètres G. C. à base de mesure réglable de 60, 80 et de 100 cm, micromètre à cadran au 0,01 mm.

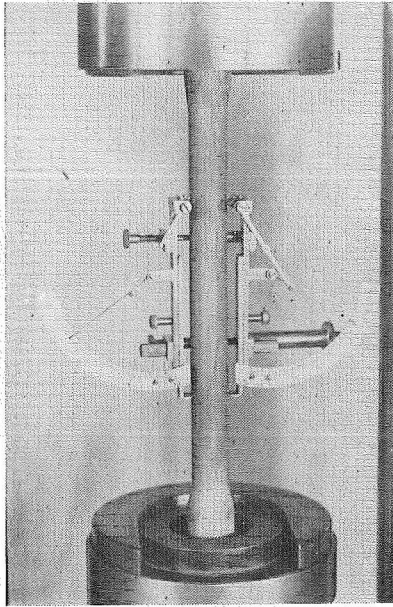


FIG. 87

- 328) Un déformètre Huggenberger à pointes, base de mesure 10 pouces (254 mm), micromètre à cadran au $1/10.000^{\text{me}}$ de pouce.
- 329) Un appareil tensométrique à miroirs de Martens, fabrication Schopper, base de mesure 10 à 20 cm, deux lunettes de visée et règles graduées en mm.

- 330) Un appareil tensométrique à miroirs de Martens, fabrication Mohr & Federhaff, base de mesure 10 à 20 cm, deux lunettes de visée et règles graduées en mm.
- 331) Un dispositif Amsler de complément aux appareils à miroirs, pour la mesure des déformations en sollicitation dynamique.

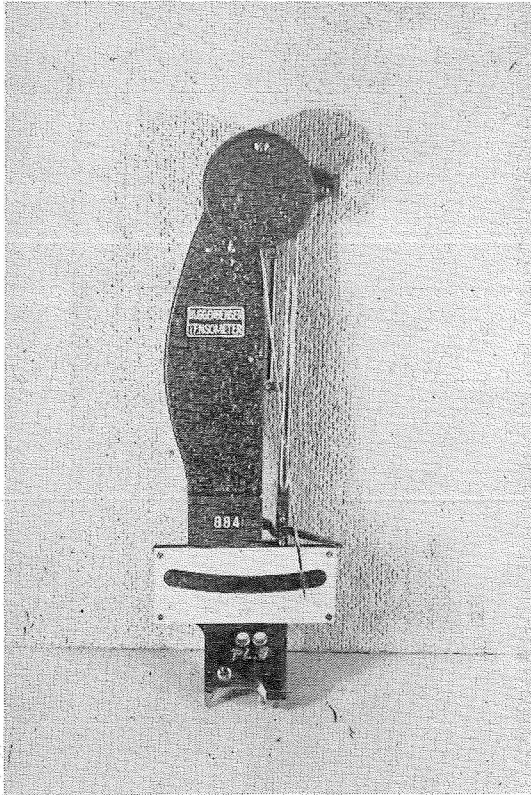


FIG. 88

- 332) Un tensomètre de Martens-Kennedy, fabrication Schopper, à base de mesure réglable de 10, 15 et 20 cm, lecture de 0 à 1,5 mm au 0,02 mm - (fig. 87).

- 333) Quatorze tensomètres Huggenberger à base fixe avec accessoires - (fig. 88).
- 334) Deux tensomètres Huggenberger à base réglable avec accessoires.
- 335) Deux tensomètres Stoppani à base fixe.
- 336) Un vibrographe Askania, amplification 1,1, 2,1 et 6,6, avec deux dispositifs intérieurs d'enregistrement chronographique.
- 337) Un planimètre polaire.

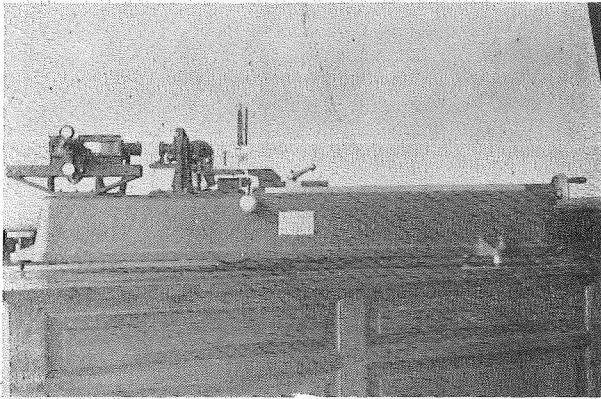


FIG. 89

- 338) Un planimètre polaire Amsler.
- 339) Un planimètre polaire Morin.
- 340) Un rapporteur d'angle optique Zeiss.
- 341) Un anneau de tarage Schopper pour efforts de compression jusqu'à 10 tonnes, micromètre à cadran au 0,01 mm.
- 342) Un anneau de tarage Amsler de 10 tonnes (compression et traction).
- 343) Une boîte de tarage Amsler de 200 tonnes (compression).
- 344) Une boîte de tarage Amsler de 60 tonnes (compression).
- 345) Un appareil Tésa pour mesure d'épaisseur avec micromètre à cadran au 0,001 mm.

- 346) Deux niveaux à lunettes Dietzgen, oculaire à vis micrométrique, avec pieds.
- 347) Un niveau à lunette Wild N.III complet.
- 348) Un comparateur interférentiel Yvon & Jobin pour le tarage des extensomètres - (figures 89 et 90).
- 349) Deux micromètres à cadran Précision mécanique au 0,01 mm, course 10 mm.
- 350) Vingt-sept micromètres à cadran Stoppani au 0,01 mm, course 10 mm avec totalisateur et œillet.
- 351) Neuf micromètres à cadran Stoppani au 0,001 mm, course 2 mm, avec totalisateur, sans œillet.

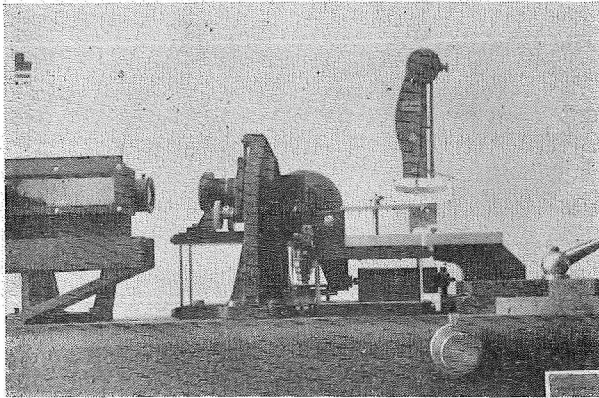


FIG. 90

- 352) Six micromètres à cadran Stoppani au 0,01 mm, course 30 mm, avec œillet.
- 353) Six micromètres à cadran Stoppani au 0,01 mm, course 70 mm, avec œillet.
- 354) Douze micromètres à cadran Karl Mahr au 0,01 mm, course 10 mm, avec totalisateur, sans œillet.
- 355) Deux micromètres à cadran Karl Mahr spéciaux « Klein Millimess », au 0,001 mm, course 0,1 mm.

- 356) Quatre micromètres à cadran Tesa au 0,001 mm, course 3 mm, avec totalisateur et œillet.
- 357) Huit micromètres à cadran Tesa au 0,001 mm, course 3 mm, avec totalisateur, sans œillet.
- 358) Soixante-neuf micromètres à cadran Käfer, modèle M.2 au 0,01 mm, course 11 mm, avec totalisateur et œillet.

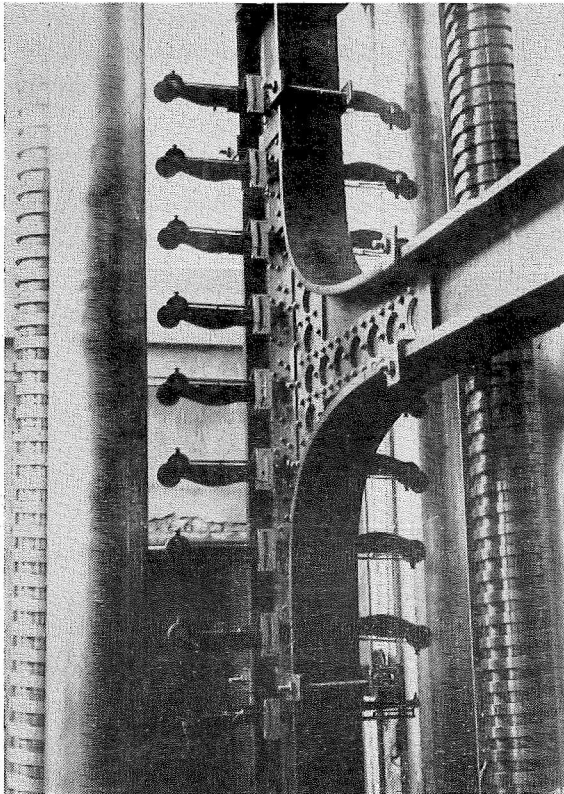


FIG. 91

- 359) Six micromètres à cadran Stoppani au 0,01 mm, course 30 mm avec totalisateur et œillet.
Palmers divers, notamment avec grand support pour retrait, etc.

La figure 91 montre un exemple d'un dispositif d'auscultation élastométrique d'un modèle de nœud soudé au moyen de tensomètres Huggenberger.

La plupart de ces appareils de mesure, lorsqu'ils ne sont pas en usage, sont déposés dans des armoires et des vitrines qui sont disposés dans le grand laboratoire 1, au rez-de-chaussée.

Ceux qui sont désignés par la marque G.C. ont été confectionnés par l'industrie propre des laboratoires.

16) Divers

- 360) Une bascule automatique 0 - 100 k, fabrication Dalimier.
- 361) Une bascule Alpha 0 - 500 k, fabrication Dalimier.
- 362) Une grue Crane Master montée sur pneus, puissance 5 tonnes, à moteur à essence.
- 363) Une scie circulaire à bois Dewalt, moteur 1½ CV, 3425 t/m.
- 364) Une scie à bois à ruban.
- 365) Une dégauchisseuse Shopmaster.
- 366) Un groupe électrogène, puissance 3 kW, 60 périodes monophasé.
- 367) Un groupe électrogène DKW avec moteur à essence 196 cm³.
- 368) Une baraque de chantier pour radiographie.
- 369) Une baraque de chantier géotechnique.

VI. — LA HALLE EXPERIMENTALE

La halle expérimentale est la première de son espèce ; elle a été depuis reproduite à plusieurs reprises. On se référera à la publication qui porte le numéro 87 dans la bibliographie du chapitre III.

La halle expérimentale a été projetée en 1930, lors de l'étude des plans de l'Institut du Génie Civil (référence bibliographique n° 45). Ses dimensions primitives étaient :

longueur totale,	24,00 mètres,
largeur utile,	8,40 mètres,
hauteur libre,	7,00 mètres. - (fig. 92).

En vue de l'ancrage de la dalle d'essai, dix pieux Franki avaient été foncés dans le sol jusqu'au gravier. La halle était desservie par un pont roulant de 10 tonnes. Mais l'équipement mécanique n'avait pour ainsi dire pas été entrepris avant la guerre, les crédits nécessaires n'ayant pas été obtenus. Cela n'empêche pas que des essais y furent effectués pendant les hostilités par des moyens de fortune, notamment pour la S.N.C.B. C'est ainsi que des lignes d'influence des tensions dans des mâts soudés de signalisation sous diverses sollicitations furent établies expérimentalement.

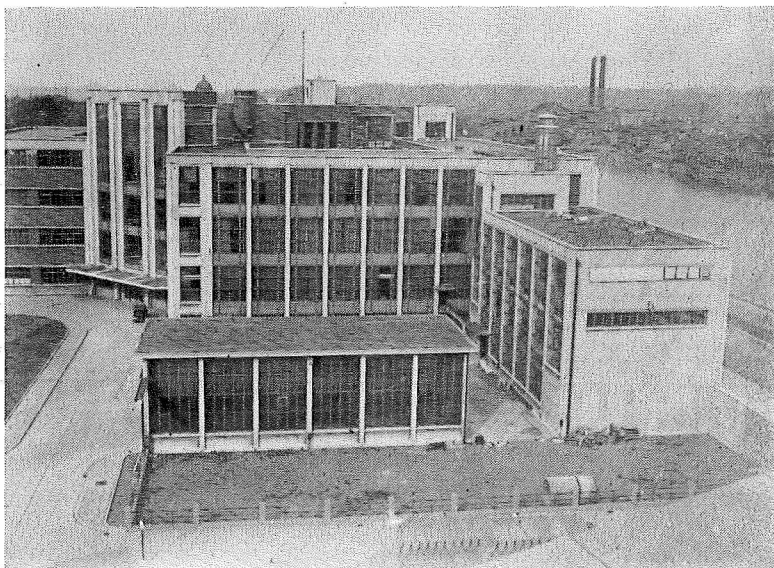


FIG. 92

Lors des bombardements de 1944, deux bombes de gros calibre atteignirent la halle. Son ossature légère en béton armé dut être démolie et reconstruite en 1947. A cette occasion, la hauteur libre fut portée à 8,00 mètres et la capacité du nouveau pont roulant fut fixée à 5 tonnes, son action étant conjuguée avec celle d'une grue automobile de 5 tonnes également. Lors de la

reconstruction, la dalle d'essai fut réalisée en béton armé. Elle a une superficie de 20,60 x 6,50 m. Elle a deux fortes nervures longitudinales et cinq nervures transversales, dont les points de croisement coïncident avec les pieux précités. Six rainures discontinues en acier coulé, de profil analogue à celles des tables de machines-outils, permettent d'attacher à la dalle des pieds en acier moulé en forme de têtes à marteaux, auxquels peuvent être boulonnés des éléments normalisés. Ils permettent la réalisation aisée de montages appropriés pour toutes sortes de dispositions d'essais soumis à des efforts de direction quelconque, statiques ou dynamiques.

L'équipement de la halle fut progressivement développé depuis 1947 et comporte actuellement :

- 370) Trois pulsateurs Amsler, du dernier modèle, de 160 cm³ de capacité, datant de 1947 (deux) et de 1952 (un).
- 371) Trois dynamomètres Amsler à pendule associés aux pulsateurs précités et datant des mêmes époques.
- 372) Un accumulateur Amsler avec pompe, contemporain du pulsateur de 1952 et permettant de superposer un effort constant aux forces variables.
- 373) Deux taques d'assise en acier coulé électrique, des Aciéries de la Meuse à Cheratte, qui permettent d'accoupler mécaniquement deux groupes de deux pulsateurs, le quatrième pulsateur provenant du groupe numéroté 4 dans le grand laboratoire des machines d'essais mécaniques (salle 1).
- 374) Un dynamomètre à pendule Amsler avec pompe pour essai de mise en charge statique, ancien modèle, et un distributeur - (1934).
- 375) Quatre distributeurs pour le service des pulsateurs.
- 376) Pots de presses Amsler pour essais statiques et dynamiques:
 - 2 de 100 tonnes,
 - 2 de 50 tonnes,
 - 2 de 30 tonnes,
 - 8 de 20 tonnes,
 - 2 de 10 tonnes,
 - 8 de 5 tonnes.

- 377) Deux pots de presses Amsler de 20 tonnes pour essais statiques.
- 378) Un pot de presse pour essais statiques de 200 tonnes.
- 379) Pots de presses pour essais statiques et dynamiques :
 - 2 de 50 tonnes,
 - 2 de 30 tonnes,
 - 2 de 10 tonnes.
- 380) Tuyaux articulés Amsler de diverses longueurs pour le raccordement des pulsateurs ou des distributeurs aux pots de presse.
- 381) De nombreux accessoires : raccords, tuyaux, etc.

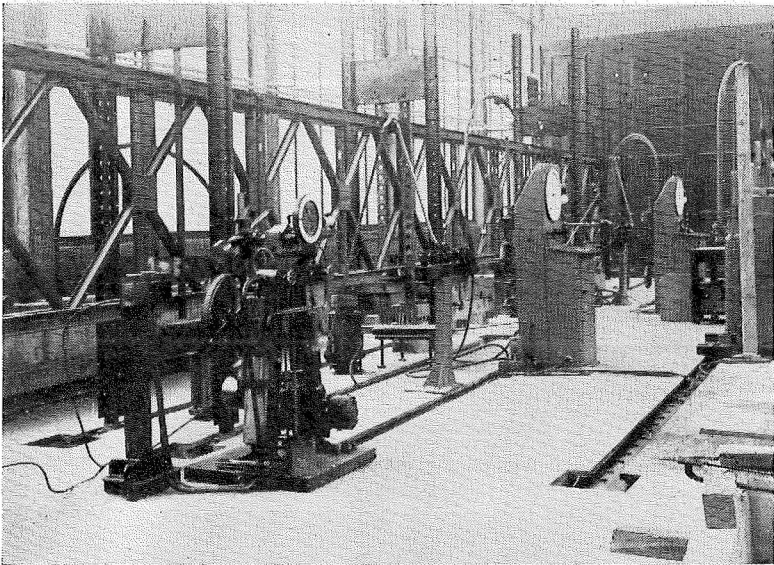


FIG. 93

Les pots de presses repris sous les numéros 378 et 379 ont été manufacturés dans la région liégeoise et portant à 1000 tonnes la capacité totale des presses qui équipent la halle expérimentale.

Un des deux pulsateurs accouplés de la salle des grandes machines actionnant la machine repérée sous le numéro 4 au

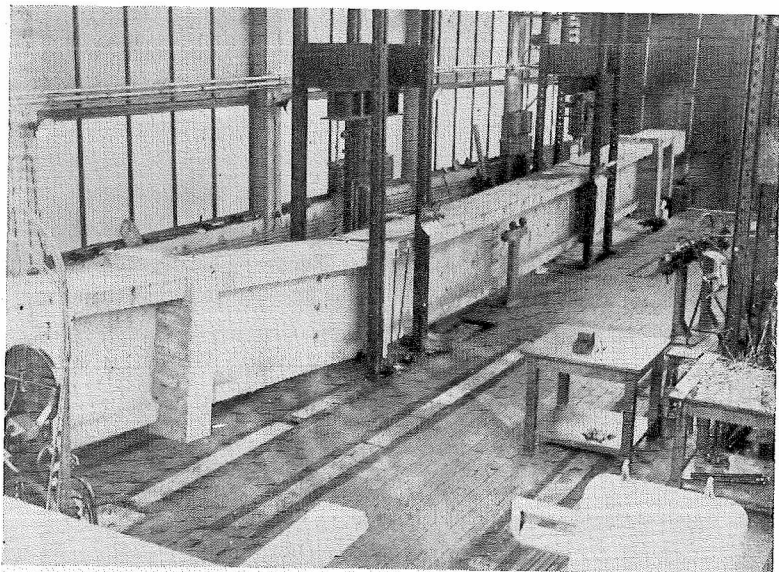


FIG. 94

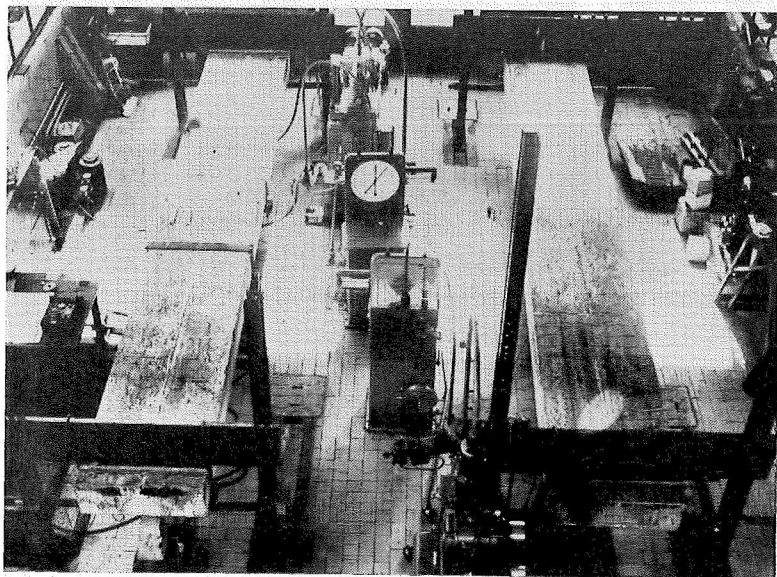


FIG. 95

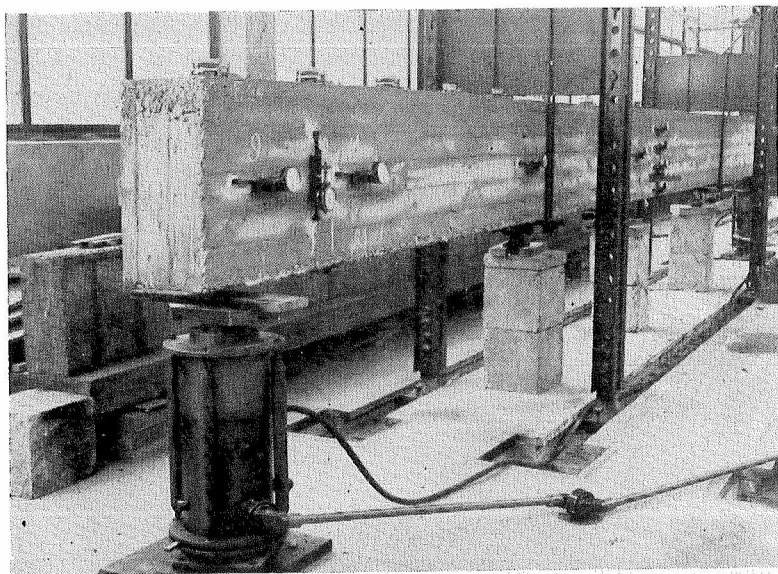


FIG. 96

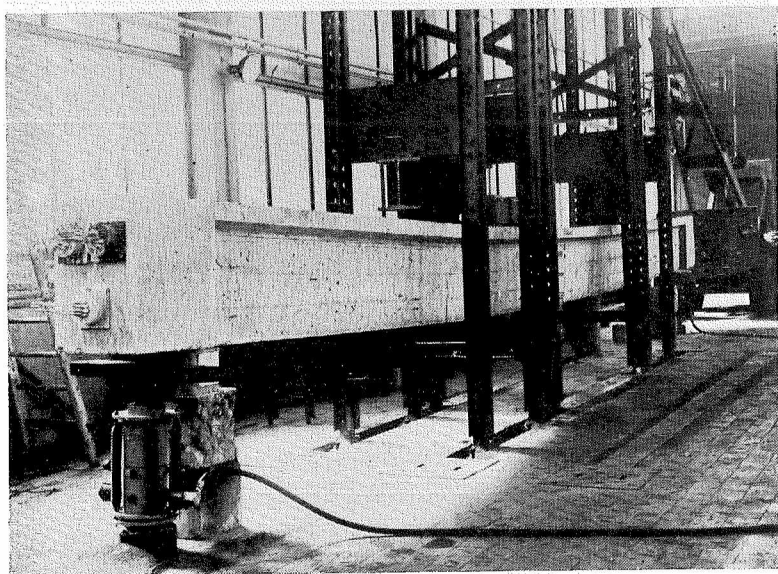


FIG. 97

chapitre IV, peut donc être transféré à la halle expérimentale pour y être accouplé avec un des trois pulsateurs de cette halle. Il est donc possible actuellement d'y travailler avec deux groupes de deux pulsateurs accouplés. On étudie en outre la possibilité d'accoupler électriquement ces deux groupes, de manière à pouvoir faire travailler d'une manière synchrone quatre pulsateurs simultanément.

La halle expérimentale permet d'effectuer des essais statiques et dynamiques sur des objets de grandes dimensions (maxima

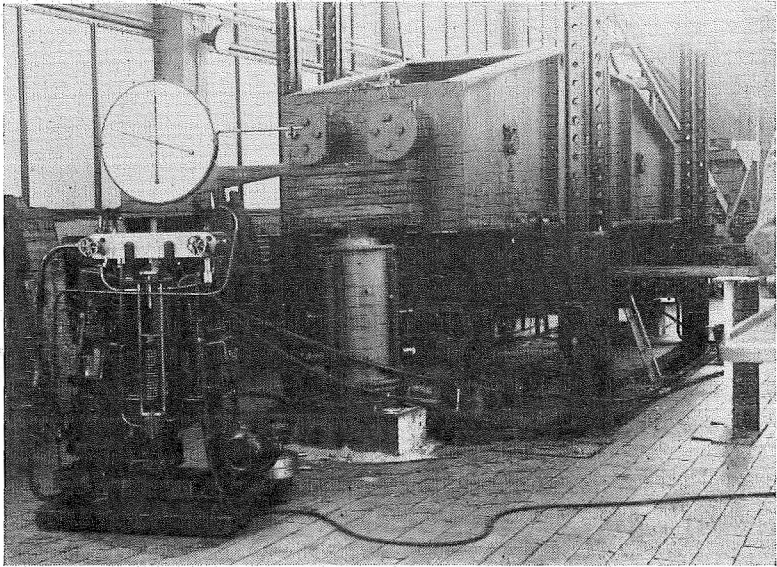


FIG. 98

20,00 x 5,00 x 4,00 m) et en exerçant des efforts considérables, jusqu'à plusieurs centaines de tonnes.

Des essais nombreux et importants ont été effectués dans la halle expérimentale. Citons :

- 1) Essais de poutres Bailey de 18,35 mètres de portée, en vue de la reconstruction d'une usine sinistrée de Sclessin (près de Liège) - (fig. 93).

- 2) Essais de nombreux éléments en béton précontraint, de câbles et d'ancrages, notamment pour des entreprises françaises et britanniques.
- 3) Essais d'une poutre en béton précontraint, de 15,90 m de portée, pour le pont de Chenoy de la S. N. C. B.) (poids 13 tonnes) - fig. 94).
- 4) Essais de poutres et de dalles de grandes dimensions en béton précontraint, pour les chemins de fer britanniques - (fig. 95).

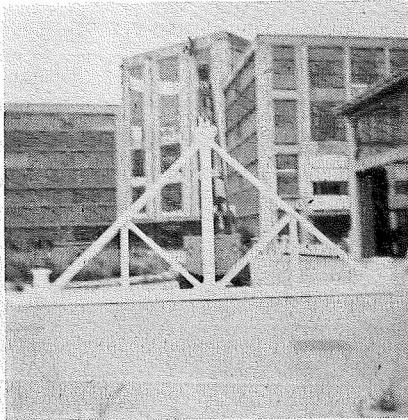


FIG. 99

- 5) Essais de poutres en béton précontraint de 8,50 m de portée pour la Compagnie internationale des Pieux Armés Frankignoul - (figures 96 et 97).
- 6) Essai d'un palonnier de 130 tonnes pour le pont roulant de la Centrale hydroélectrique de Monsin, construit par la Maison Beer, à Jemeppe-sur-Meuse - (fig. 98).
- 7) Nombreux essais sur le voilement des âmes et sur la fixation des raidisseurs des poutres soudées en I de grande hauteur d'âme (professeurs Massonnet & Louis, pour compte du Comité d'études de la construction métallique).

- 8) Nombreux essais de châssis et de palonniers de matériel roulant pour compte de diverses usines, de la S. N. C. B., de la S. N. C. V., etc.
- 9) Essais d'un élément en vraie grandeur de l'ossature soudée des poutres principales des portes roulantes de l'Ecluse Baudouin à Anvers, pour l'Administration des Ponts et Chaussées. Ces essais ont été multipliés, jusqu'à constitution satisfaisante des assemblages soudés - (fig. 99).

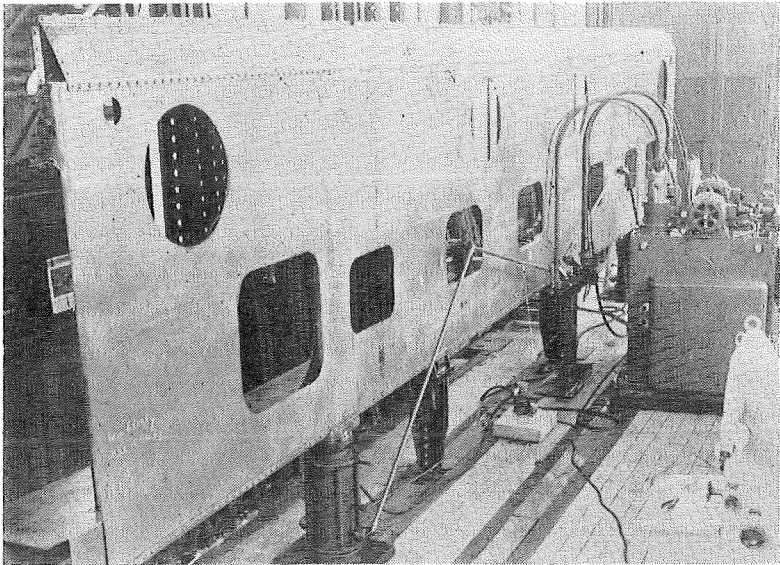


FIG. 100

- 10) Essais d'une paroi porteuse de locomotive Diesel-électrique de la S.N.C.B., pour la Société John Cockerill, etc., etc. - (fig. 100).

La halle expérimentale a déjà permis, au cours d'un service d'environ huit années, d'importantes recherches de caractère scientifique ainsi que des essais de grande envergure ayant eu des conséquences économiques importantes ; plusieurs de ces

essais et non des moindres furent effectués pour des entreprises étrangères publiques et privées.

Les laboratoires ont réalisé, dans la halle expérimentale, un dispositif original, pratique et puissant, qui a fait ses preuves et qui permet des études de grande envergure, comme il s'en fera de plus en plus dans l'avenir.

Mais ils peuvent aussi rendre des services importants à propos d'objets de moindres dimensions mais de plus grande consommation.

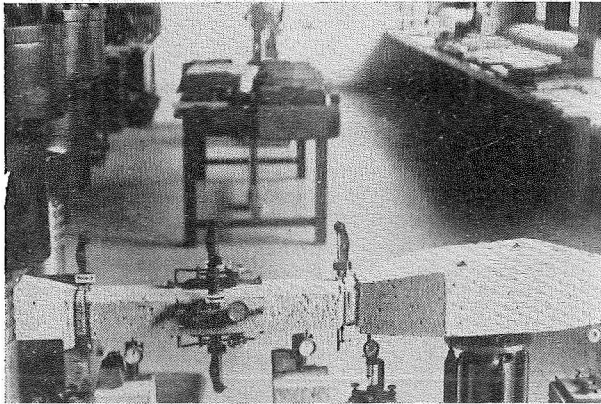


FIG. 101

Les figures 101, 102 et 103 sont relatives à des essais statiques et dynamiques en vue de la mise au point de la fabrication des traverses de chemin de fer en béton précontraint système Franki-Bagon (*).

La figure 104 montre un essai d'écrasement de tuyau de grand diamètre en sidéro-ciment (fabrication Safi).

(*) Sur la figure 102 se trouve représenté :
Un variateur de vitesse Dumoulin-Nagant, type 2T, modèle 1. (1943).
Vitesse de l'arbre primaire : 100 à 650 t/m.
Variation de vitesse à l'arbre secondaire : 1/5,5.
Puissance transmissible : de 0,34 à 5,8 CV.

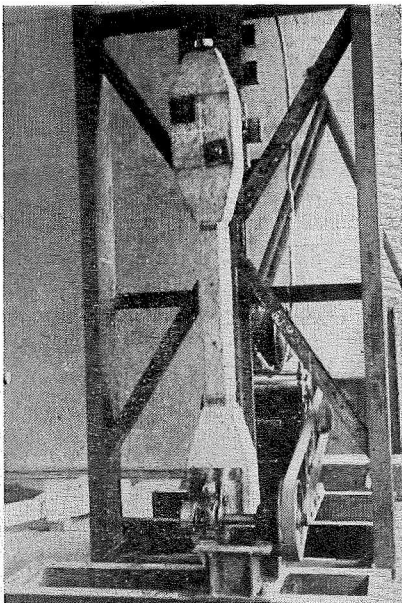


FIG. 102

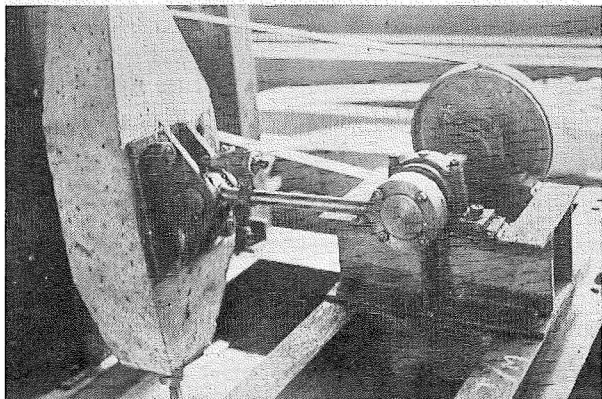


FIG. 103

La figure 105 est relative à un essai de tuyau ovoïde préfabriqué en béton armé, de dimensions vraiment exceptionnelles.

Le tuyau en béton de la figure 106 est plus courant, bien que de dimensions encore considérables.

La figure 107 montre un essai de dalles continues préfabriquées.

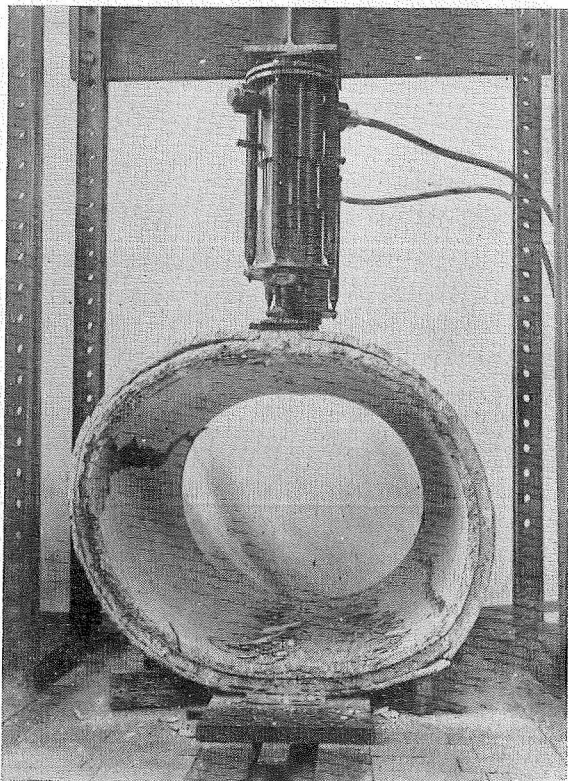


FIG. 104

On juge par là que les laboratoires ont rendu beaucoup de services et sont susceptibles d'en rendre encore beaucoup non seulement aux industries traditionnelles, mais aussi aux industries nouvelles.

Ils ne confinent d'ailleurs pas leur action à l'intérieur de leurs locaux. Les essais sur les constructions achevées sont de plus en plus appréciés et les laboratoires ont été aussi parmi les pionniers en Belgique de ce genre de travaux de caractère scientifique. Ils disposent à cet effet de leur important équipement

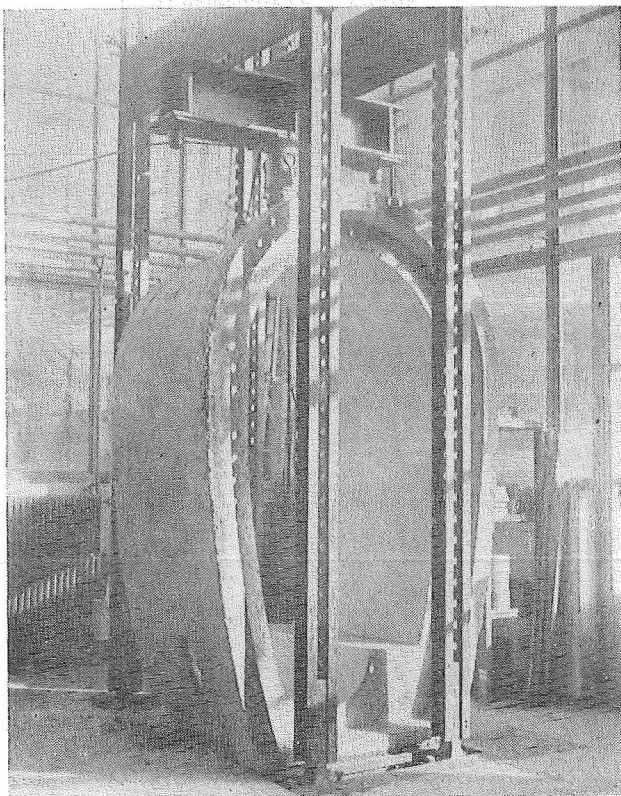


FIG. 105

d'instruments de mesures et de leur matériel d'essais non destructifs et d'auscultation des sols.

Ils ont fait leurs premières armes dans ce domaine sur les grands bâtiments des instituts qui les abritent. La figure 108 donne, à titre d'exemple, une vue des importants essais effectués

sur les charpentes métalliques de l'Institut de Chimie-Métallurgie de l'Université de Liège au Val-Benoît.

VII. — LE LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE FLUVIALE

Il ne sera fait allusion à ce laboratoire que pour mémoire. L'auteur déplore d'avoir eu quelques déboires à ce sujet.

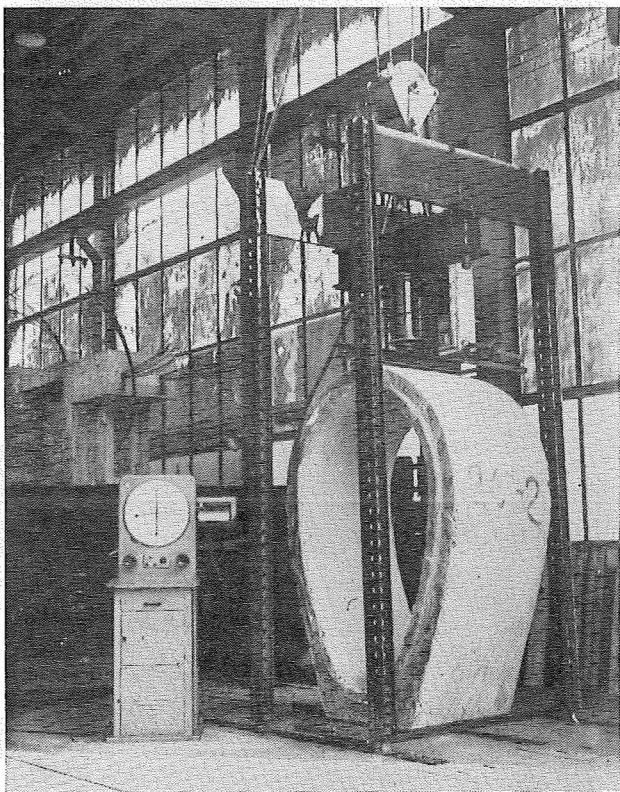


FIG. 106

A vrai dire, il doit reconnaître qu'il a été trop absorbé par les laboratoires d'essais des constructions du génie civil et qu'il n'a pu consacrer le temps nécessaire à la mise en train et au développement du laboratoire d'hydraulique fluviale. Les instal-

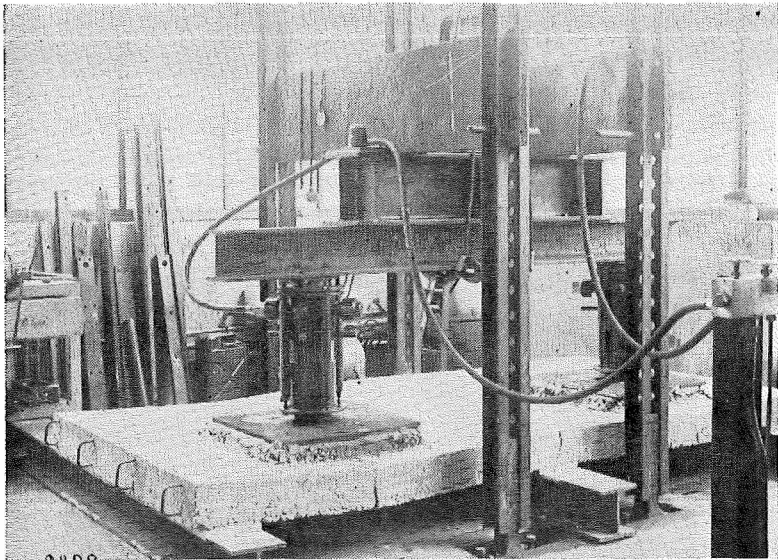


FIG. 107

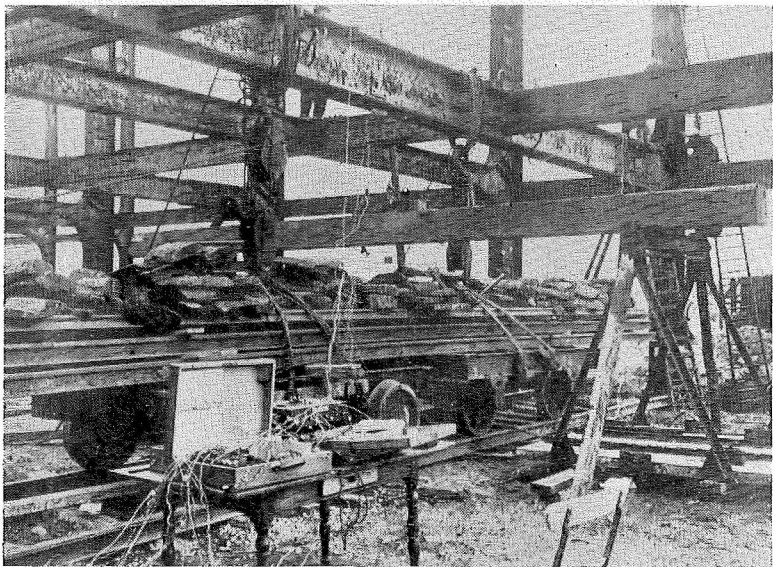


FIG. 108

lations de ce dernier n'ont d'ailleurs été vraiment disponibles qu'à partir de la fin de 1937 et n'ont donc pas atteint vingt-cinq ans. Les installations étaient malheureusement très étriquées, par suite de restrictions de moyens financiers qui avaient été imposées à l'auteur. Cependant, grâce au concours d'un assistant très dévoué, M. Pierre GRIGNET, un départ satisfaisant avait été pris et de nombreux étudiants avaient travaillé dans ce laboratoire jusqu'en 1944. Quelques essais sur modèles avaient également été effectués pour des ouvrages de la région de Liège. Malheureusement, les bombardements de 1944 endommagèrent très gravement le laboratoire d'hydraulique fluviale. D'autre part, l'auteur déplora la perte prématurée, en 1946, de M. Pierre GRIGNET. Néanmoins, l'année suivante, le laboratoire fut à-peu-près remis en état, mais il fut impossible depuis lors de retrouver un collaborateur scientifique permanent. L'utilisation du laboratoire fut réduite à quelques travaux d'étudiants.

L'auteur avait attiré l'attention des autorités académiques sur la nécessité d'agrandir ce laboratoire pour qu'il réponde mieux à sa destination. Ces travaux ont été effectivement entrepris. Mais l'Université n'est pas maîtresse du rythme de leur exécution. Il faut craindre qu'ils arrêtent toute activité du laboratoire pour de nombreuses années. On peut estimer que tout est à refaire et l'auteur doit se résigner à la certitude que ce n'est pas à lui que cela incombera.

Il ne faut pas perdre de vue que le laboratoire est consacré à l'hydraulique fluviale. Il se doit donc d'être équipé pour l'observation et les mesures dans les cours d'eau. Il dispose en effet d'un matériel assez important et perfectionné, principalement de moulinets hydrométriques. Ensemble avec le matériel hydrographique de M. le Professeur R. SPRONCK, collègue de l'auteur chargé notamment du cours d'hydrographie, cet équipement permet déjà beaucoup de travaux.

C'est ainsi que des mesures importantes de débit et de chute ont été effectuées par le laboratoire d'hydraulique fluviale aux

centrales hydro-électriques de la Meuse à Monsin et à Ramet-Yvoz.

VIII. — REMARQUES FINALES

Après une carrière laborieuse de vingt-cinq années, les laboratoires d'essais des constructions du génie civil présentent tous les caractères d'une entreprise qui est parvenue à s'affirmer par des voies dépourvues de facilité. C'est une situation qui a d'illustres précédents. Lors de la célébration récente du 75^{me} anniversaire du Laboratoire fédéral d'essais des matériaux de Zurich (novembre 1955), les débuts difficiles de cette grande et puissante institution furent évoqués. Or, elle se trouve encore actuellement dispersée dans des locaux insuffisants. Il est vrai que le gouvernement de la confédération helvétique a décidé maintenant de consacrer l'équivalent de 750 millions de francs de notre monnaie (62,5 millions de francs suisses) à doter cette institution de nouveaux locaux, qui en feront le *laboratoire européen*.

Entretiens, les laboratoires de Liège s'efforceront de leur mieux, pour continuer à rendre des services, même à l'échelle européenne, comme ils l'ont déjà fait.

Ils souffrent certes d'un manque de place, qui ne leur permettra plus guère d'augmenter leur matériel, même s'ils avaient les moyens financiers de le faire. Mais ils souffrent peut-être encore plus d'être enserrés dans le corset rigide architectural d'un institut à usage multiple que les habitudes monumentales du pays imposent aux instituts universitaires. Sous ce rapport, le nouvel Institut des constructions civiles de l'Université de Bruxelles, bénéficiant de l'expérience, est plus adéquatement conçu.

De telle sorte que le sentiment de l'auteur, au bout de ces vingt-cinq ans d'activité de laboratoire, est de souhaiter la construction d'un nouveau bâtiment, qui soit un grand bloc parallépipédique disposant d'un terrain suffisant. Mais il ne peut caresser l'espoir de bénéficier de la réalisation de ce sou-

hait et il doit se borner à espérer que ce sera l'œuvre de ses successeurs. En attendant que ce projet se réalise, les laboratoires pourront, selon d'honorables exemples, rendre encore beaucoup de services et contribuer utilement à l'enseignement supérieur et à la recherche scientifique.
